This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

IE LIBRARY
OF
UNIVERSITY
CALIFORNIA

PRESENTED BY
ARLES A. KOFOID AND
UDENCE W. KOFOID

Ueber das

ntermeerische Heimwesen.

Von

Dr. Jos. R. Lorenz Ritter v. Liburnau
k. k. Ministerialrath.

Vortrag

alten im Vereine zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse am 21. Januar 1880.

WIEN.
Im Selbstverlage des Verfassers.
1880.

K-QH91
L6
Biol.
Lib

Ueber das

untermeerische Heimwesen.

Von

Dr. JOS. R. LORENZ RITTER v. LIBURNAU
k. k. Ministerialrath.

Vortrag, gehalten am 21. Januar 1880.

M371690

I. Allgemeines über die Organismen des Meeres.

Für die meisten Menschen hat der Gedanke an die Tiefen des Meeres etwas Unheimliches; man denkt dabei an Alles eher, als an ein Heimwesen, und ist geneigt, grauenvolle Bilder von jenen Tiefenregionen zu entwerfen. Poetische Naturen beleben, um jenes Grauen los zu werden, die untermeerischen Räume mit zauberhaft schönen Phantasie-Gebilden.

Lassen wir aber, dem naturforschenden Geiste unserer Zeit folgend, objective, nüchterne Beobachtung an Stelle unklarer Vorstellungen und vager Phantasien treten, so gewinnen wir auch auf diesem Gebiete einen Einblick, der schliesslich zu wahrer intellectueller Befriedigung führt, welche mindestens ebenso werthvoll ist wie poetischer Schwung, dabei auch des Erhebenden und Grossartigen nicht entbehrt, und doch nicht Gefahr läuft, durch die Macht von Thatsachen in ihr Gegentheil umzuschlagen.

Die Naturforschung der letzten Decennien hat uns nun schon sehr Vieles von dem Vorkommen in den verschiedenen Tiefenregionen des Oceans kennen gelehrt.

Aus welchen Hauptgruppen von Organismen die Bevölkerung des Meeres besteht, kann wohl als bekannt vorausgesetzt werden; Jedermann kennt ja die typischen Gestalten von Fischen, Krabben und Krebsen, Tintenfischen, Schnecken mit und ohne Gehäuse, Muschelthieren, Würmern, Seesternen und See-Igeln, Medusen, Polypen und Schwämmen, welche in mehr als fünfzigtausend Arten und in unzählbaren Milliarden von Individuen hauptsächlich die Fauna des Meeres zusammensetzen.

Kaum weniger allgemein gekannt sind die Hauptformen der Seepflanzen, sowohl die braunlederigen, robusten Tange, als auch die zarten Grün- und Rothalgen, welche die Flora des Meeres ausmachen.

Nur als Gedächtnisshilfe mögen hier einige Haupttypen der hervorragenderen marinen Pflanzen und Thiere kurz besprochen und nur soweit berührt werden, als es für unseren Zweck erforderlich ist, zu dem ja ganz allgemeine Andeutungen genügen.

Diese Andeutungen sollen nur geeignet sein, einiges Interesse zu erwecken für die Gruppirung und Vertheilung, in welcher die Organismen im Meere vorkommen, sowie für die äusseren Lebensbedingungen, unter denen sie in den verschiedenen Zonen und Tiefenregionen des Meeres existiren. Nähere botanische und zoologische Details sind dabei insoferne entbehrlich, als es ja auch ohne näheres Eingehen auf die Details der zahllosen Arten möglich

ist, einen allgemeinen Ueberblick der Organismen-Vertheilung im Meere zu geben, beiläufig so, wie man auch den Charakter einer Landschaft skizziren kann, indem man, ohne in botanische und zoologische Details einzugehen, von Wäldern und Wiesen, Mooren, Haiden, dann von den bald einzeln lebenden, bald gruppenweise vorkommenden Haupttypen laufender, kriechender, fliegender Thiere spricht, die sich daselbst aufhalten — Dinge, die auch einem Nichtbotaniker und Nichtzoologen zugänglich sind.

Wie auf dem Festlande, so bildet auch im Meere das pflanzliche Leben den Ausgangspunkt des organischen Lebens überhaupt; Pflanzen oder Keime oder Zersetzungsproducte von Pflanzen geben die Nahrung einer ersten Reihe von Thieren ab, und diese pflanzengenährten Thiere, diese Vegetarianer des Meeres, oder deren Keime, oder ihre Zersetzungs-Producte bilden wieder die Nahrung einer anderen Reihe von Thieren — nämlich der Fleisch-, Aas- und Schlammfresser.

Wir werden demnach passend mit einer kurzen Betrachtung der Meeres-Vegetation beginnen.

Die Vegetation des Meeres, von dem Gesichtspunkte aufgefasst, den man am Lande den „landschaftlichen" nennt, besteht, wie die Vegetation des Festlandes, theils aus einzeln zerstreuten, theils aus dicht gruppirten oder angehäuften Pflanzen, im letzteren Falle vergleichbar mit den Wiesen oder mit den Wäldern des Festlandes.

Was man als untermeerische Wälder bezeichnen könnte, ist zusammengesetzt hauptsächlich aus lederartigen robusten Seetangen, von denen die einen, wie die Cystosireen, mehr den Habitus der festländischen Nadelhölzer, die anderen, wie die Sargasseen, den Habitus der Laubhölzer an sich tragen; dazwischen schlingen sich, den Lianen der tropischen Wälder vergleichbar, bald bandartige, oder wimpelförmige, bald ruthengestaltige Tange hindurch.

Die Grösse jener Constituenten untermeerischer Wälder oder Tangichte ist meistens weit geringer als diejenige der festländischen Waldbäume; die Cystosireen sind meist nur $^1/_3$ bis 1 Meter, die festsitzenden fructificirenden Sargasseen $^1/_2$ bis 2 Meter hoch, und nur die losgetrennten, schwimmenden und nicht fructificirenden Zweige derselben, z. B. jene, die im Sargasso-Meere angehäuft sind, wachsen viel länger aus. Einige Tangformen gibt es allerdings, die ungeheuer lange Triebe entwickeln, wie z. B. die der antarktischen Flora angehörige *Macrocystis pirifera*, welche mehrere hundert Fuss lang werden soll.

Unter und zwischen dem Hochtangicht finden sich, wie das Unterholz und die bodenständige Vegetation am Grunde unserer Festlandswälder, kleinere Algenformen bald mehr vereinzelt, bald wie Moosdecken zusammengeschlossen, und andere Algenformen hängen sich an das Gezweige der grösseren Tange, wie sich Misteln, Moose und Flechten an die Aeste und Zweige unserer Bäume hängen.

Untermeerische Wiesen werden von Seegräsern gebildet — dem einzigen phanerogamen Pflanzentypus, der in grösseren Massen im Meere vorkommt, während alle andere Massen-Vegetation des Meeres den Kryptogamen angehört.

Da diese letzteren keine Wurzeln haben, nehmen sie ihre Nahrung nicht wie die Landpflanzen zum Theil auch aus dem Boden, sondern nur aus dem Wasser; sie enthalten in ihrer Asche nur Stoffe, die im Meerwasser aufgelöst sind; der Boden, der für die Landpflanzen sowohl Nahrung als festen Anhalt bietet, spielt also für die festsitzenden Seepflanzen nur die Rolle von Anhalts- oder Anheftungsflächen. Anders ist es beim Seegras, welches als Phanerogame bewurzelt ist und daher auch Bestandtheile seiner Unterlage aufnimmt — es vegetirt meistens auf Grus und Sand — und in seine Leibesgewebe überführt.

Im Gegensatz zu den angedeuteten Massen-Vegetationsformen kommen viele Seepflanzen (Algen) auch vereinzelt hie und da im Schlamme, auf Steinen, Schwämmen, Muschel- oder Schneckenschalen, ja auch auf mehr agilen Seethieren, besonders auf Krabben, vor.

Diese wenigen Andeutungen genügen für unseren Zweck; ein einigermassen weiteres Eingehen in die zahlreichen Formen der Algenflora würde das Zehnfache jenes Raumes überschreiten, der uns hier geboten ist.

Lesern, welche sich dafür interessiren und nur in populärer Weise belehrt sein wollen, können

empfohlen werden: „Die Pflanze und ihr Leben", populäre Vorträge von Dr. M. J. Schleiden, Leipzig 1858; „Das Meer", von Dr. M. J. Schleiden, Berlin 1867 (mit prachtvollen Abbildungen). Letzteres Werk umfasst auch die Seethiere.

Für wissenschaftliche Bestimmung sind noch immer am allgemeinsten verwendbar: „Tabulae phycologicae" oder „Abbildungen der Tange", von F. T. Kützing, Nordhausen 1861.

Im Thierreiche gibt es merkwürdigerweise eine einzige grosse Thierclasse, die nur im Meere vertreten ist, aus der keine Art jemals in Süsswässern vorkommt — nämlich die Echinodermen oder Stachelhäuter, wozu gehören: die See-Igel, die Seesterne mit einfachen oder mehrfach gegabelten Zacken oder Armen, die meisten ungestielt, andere aber mit Stielen versehen (Liliensterne oder Encrinius-Arten); endlich sind hieher zu rechnen die Holothurien, Seewalzen oder Seegurken. Das also sind die ganz exclusiven Meeresthiere. Von allen anderen grossen Thierclassen, aus denen mehrere oder wenigere Arten im Meere vorkommen, finden sich wenigstens einige Familien oder Geschlechter auch im Süsswasser; nicht nur bei Wassersäugethieren, Schildkröten, Fischen, Mollusken (Muschelthieren, Schneckenthieren) und Crustaceen (Krebsen und Krabben) ist das der Fall, sondern auch bei den Würmern, ja selbst bei den Polypen und den dazugehörigen Medusen, dann bei den Schwämmen, die einige Re-

präsentanten auch im süssen oder nur halbgesalzenen (brackischen) Wasser haben, obgleich die grosse Mehrzahl das Meer bewohnt.

Dagegen sind die luftathmenden Gliederfüssler so gut wie ausgeschlossen aus dem Meere; denn von Insecten wird nur ein Wasserläufer *(Halobates)* auf der Oberfläche des Meeres laufend gefunden; ein Schwimmkäfer *(Gyrinus marinus)* kommt in westindischen Gewässern schwimmend vor, ist aber vielleicht nur aus der Gegend von Flussmündungen weiter seewärts verschlagen, ohne seine eigentliche Heimat im Meere zu haben. Von den Spinnen gibt es nur eine sehr abweichende, vielleicht besser ganz abzutrennende Familie, die Pyknogoniden, die im Meere lebt, und von den Myriapoden oder Tausendfüsslern ist gar keine Art marin.

Bei den thierischen Organismen nun kommt durch ihre Beweglichkeit im Vergleich zu den Pflanzen ein neues Moment hinzu, welches auf ihre Gruppirung, Vertheilung und Verbreitung wesentlichen Einfluss hat. Selbstbeweglich in irgend einem Sinne sind alle Thiere, d. h. sie können Bewegungen ausführen durch Zusammenziehungen und Ausdehnungen der Körpersubstanz oder gewisser Partien derselben (Muskeln); aber es kommt dabei ein wichtiger Unterschied in Betracht, je nachdem nämlich die Bewegungen ohne Verlassen des Standortes stattfinden, wie bei festgewachsenen Thieren, oder im Gegensatze dazu mit einer Ortsveränderung, einer Locomotion,

von einer Stelle zur anderen verbunden sind, wie bei kriechenden und schwimmenden Thieren. Das massenhafte Festsitzen oder Angewachsensein von Thieren ist charakteristisch für die Fauna des Meeres, während am Festlande keine einzige Thierform im erwachsenen Zustande irgendwie am Boden oder an anderen Gegenständen dauernd festgewachsen ist.

Bei den Seethieren ohne Ortsveränderung muss man wieder eine dreifache Unterscheidung machen, die hier etwas näher erörtert werden soll, weil das Festsitzen der Thiere, wie eben erwähnt, gerade bei den Meeresbewohnern ungemein häufig und eigenthümlich ist.

Viele dieser Organismen sind im eigentlichen Sinne des Wortes vollkommen angewachsen an eine feste Basis; als solche kennen wir die vielgestaltigen, bald einzeln stehenden, bald in ungeheueren Massen angehäuften Korallenarten, die Seeschwämme, die Austern und manche andere Muschelarten, wie die Miesmuscheln, dann krustenartige Ueberzüge von Bryozoen oder Moosthier-Colonien u. m. a.

Bei einer zweiten Gruppe festgebannter Seethiere ist die Ortsveränderung nicht dadurch gehindert, dass sie fest angewachsen sind, sondern nur dadurch, dass sie eingewachsen sind. Das ist z. B. der Fall bei verschiedenen Muschelthieren und Annelidenformen, die in ihren ersten Jugendstadien bei fast mikroskopischer Kleinheit in engen Spalten, Poren oder kleinen

Blasenräumen von Steinen oder Schwämmen sich festgesetzt, dann aber beim Weiterwachsen durch mechanische Bewegungen oder chemische Aussonderungen den Hohlraum stetig erweitert haben, ohne dass auch der Eingang, durch den sie eingedrungen waren, erweitert wurde.

Solche Thiere wohnen also dann in Höhlen, die ihrer Körpergrösse selbst im erwachsenen Zustande entsprechen, können aber diese Wohnungen nicht mehr verlassen und sterben in denselben ab, während ihre Jungen den Ausweg finden durch dieselben engen Spalten, durch welche die Alten den Eingang gefunden haben. Hieher gehören z. B. die Dattelmuscheln (*Dattoli di mare*), die oft zu Dutzenden herausfallen, wenn man einen scheinbar ganz massiven Stein, der am Meeresboden gelegen war, zerschlägt; dann andere Muschelarten, wie *Venerupis* und *Saxicava*, die besonders häufig in der Masse gewisser Meerschwämme eingebettet sind u. s. w. Aber auch Anneliden oder Seewürmer gibt es, die man nicht selten in ganz engen Steinspalten eingezwängt findet, wo sie zeitlebens die ihnen doch angebornen Fühlerkränze nicht entfalten können, die dann plattgepresst wie Blumen in einem Herbarium bleiben.

Eines der eigenthümlichsten Vorkommen ist jenes einer Art von ungegliederten Würmern (*Bonellia viridis*), die ihren eiförmigen oder birnförmigen Körper in Höhlungen birgt, während sie nur ihren langen, am Ende zweigabeligen Rüssel durch die enge Stein-

spalte oder Röhre herausstreckt, die ihr ursprünglich den Zutritt verschafft hat.

Noch einer dritten Art von gehinderter Ortsveränderung muss ich erwähnen. Es gibt nämlich auch Seethiere, die in selbsterzeugten Röhren leben, welche festgewachsen oder festgerammt sind, aus denen aber das Thier beliebig herausschlüpfen und wohin es wieder zurückkehren kann. Das sind insbesondere sogenannte Röhrenwürmer, *Sabella*- und *Serpula*-Arten und viele Verwandte derselben. Diese schwitzen kalkige oder auch hornartige oder lederartige Röhren aus, die entweder an Steinen oder an Schalen anderer Seethiere festgewachsen sind, oder die im Schlamm oder Sand des Seegrundes stecken, aber nicht so fest wie die Schalen der Schnecken oder Muscheln mit dem Thiere verbunden sind, sondern lose um das Thier herum liegen. Bei anderen Arten werden Sandkörner, Steinchen, Conchylien-Splitter u. s. w. durch Schleim oder Fasern zu einer mosaikartigen Röhre oder einem Schlauch verbunden, wovon das Thier mehr oder weniger lose umgeben ist.

Gegenüber diesen mehr oder minder festgebannten Thieren, welche ein grosses Procent der Meeresbewohner ausmachen, steht nun die andere Gruppe der ganz frei beweglichen, die kriechend oder schwimmend sich bewegen und mehr oder weniger entfernte Punkte aufsuchen können. Die Fische, die meisten Krebse und Krabben und viele Muschelthiere, Kopffüssler, Seewürmer,

See-Igel und Seesterne, Medusen etc. gehören hieher. Diese Thiere machen aber von ihrer Fähigkeit zur Ortsveränderung einen sehr verschiedenen Gebrauch. Viele von ihnen halten sich doch immer nur in ziemlich beschränkten Tiefenregionen oder in der Nähe bestimmter Standörtlichkeiten auf, die ihnen eine bestimmte Gestalt oder Zusammensetzung oder Bewachsung des Meeresgrundes darbieten, während andere sich nicht an so enge Grenzen binden, wie ja auch auf dem Festlande und in der Luft mehr oder weniger weit herumstreifende und wandernde Thiere, z. B. Standvögel und Zugvögel, unterschieden werden.

Im Meere theilt man sich demnach die Thiere in „grundholde" oder „grundstete" einerseits und in weitschweifende oder „pelagische" andererseits ein.

Zu den grundsteten oder sedentären gehören nun natürlich alle jene, denen die Ortsveränderung versagt ist, und ein Theil der frei beweglichen, die es nämlich vorziehen, sich immer nur in der nächsten Nähe bestimmter Standorte aufzuhalten (Anneliden, die meisten Mollusken, Echinodermen). Die pelagischen Thiere können selbstverständlich nur frei bewegliche sein, und es gehören hieher viele Fische, mehrere Mollusken, Medusen, dann auch die Jugendstände oder Zwischenstadien mancher anderer Thiere, die in ihren späteren Stadien sich festsetzen.

Wir müssen uns also das Thierleben im Meere so gruppirt denken, dass die untergetauchten Gestade-Abhänge und der Grund von sedentären Thieren

theils besetzt, theils umschwärmt sind, während pelagische Thiere in den verschiedenen Tiefen herumstreifen, bald dem Ufer oder dem Grunde sich nähernd, bald das offene Meer aufsuchend und überall dem einfachen Gesetze nachlebend: „dass der Grosse den Kleinen verzehrt".

Die Seepflanzen wie die Seethiere, und zwar unter diesen letzteren sowohl die sedentären wie die pelagischen, folgen ähnlichen Gesetzen der Vertheilung und Verbreitung wie die Flora und Fauna des Festlandes.

Wir wissen aus der Pflanzengeographie, ja die meisten von uns aus der eigenen Erfahrung bei Reisen und Bergbesteigungen, dass sich die Flora und Fauna ändert, wenn wir um einige hundert oder tausend Fuss höher steigen; dass z. B. in unseren Südalpen, nachdem wir von der Region der Trauben, Feigen und Oliven und verschiedener immergrüner Laubhölzer um kaum 600 Fuss aufgestiegen, von allen diesen nur mehr der Weinstock übrig bleibt und an die Stelle der Südfruchtbäume die allgemein mitteleuropäischen Obstbäume, an Stelle der immergrünen Laubbäume die blos sommergrünen Laubhölzer treten, dass weiter nach oben bald auch der Weinstock verschwindet, noch weiter oben das Laubholz aufhört und nur mehr Nadelholz übrig bleibt, welches über 6000 bis 7000 Fuss Höhe in Krummholz übergeht, dass dann in 8000 bis 9000 Fuss Höhe nur mehr spärliche Kräuter mit vorwiegenden Moosen und Flechten auftreten, bis endlich die ganz

vegetationslosen Eiswüsten beginnen. Wir wissen auch, dass diese abgestufte Flora von einer abgestuften Fauna begleitet ist. Auch ist es bekannt, dass innerhalb jeder Höhenregion die Flora und Fauna sich wieder verschieden gestalten je nach der Zusammensetzung des Bodens, nach der Neigung des Terrains gegen den Horizont, nach Beleuchtung oder Beschattung u. s. w.

Es ist auch allgemein bekannt, dass nicht nur in verticaler Richtung nach Höhenregionen, sondern auch in horizontaler Richtung nach Breitenzonen, nach Welttheilen und kleineren Gebieten oder Provinzen die Flora wie die Fauna des Festlandes verschieden ist; dass z. B. die Küstenflora des Caplandes und Neuseelands eine ganz andere ist als die Küstenflora Brasiliens, dass die asiatischen Steppen und die westeuropäischen Waldgebiete in ihrer Vegetation fast nichts mit einander gemein haben, dass wir Elefanten und Riesenschlangen anderswo suchen müssen als Bären, Gemsen und Murmelthiere oder Känguruhs und Schnabelthiere u. s. w.

Endlich ist es eine bekannte Thatsache, dass jede Species gewisse Grenzen ihrer Verbreitung hat, welche ihr gesetzt sind durch Temperaturvertheilung, Wind- und Feuchtigkeitsverhältnisse, oder auch durch mechanische Hindernisse, welche sie nicht übersteigen und nicht umgehen kann.

Sehr ähnlich verhält es sich mit der Vertheilung und Verbreitung der Organismen im Meere; nur

kommen zu den Ursachen ihrer Location noch mehrere ganz eigenthümliche hinzu, die aus der Natur des Mediums, in dem sie wohnen, aus der Natur der Salzfluth nämlich, hervorgehen und die Ergründung dieser Verhältnisse zwar interessanter, aber auch schwieriger gestalten.

II. Physikalische Verhältnisse des Meeres und deren Einfluss auf die Organismen.*)

Entstehung des Meeres.

Um jene physikalischen Verhältnisse, welche die äusseren Lebensbedingungen der untermeerischen

*) Da hier nur in einem ganz kurzen Auszuge von diesem umfangreichen Gegenstande gehandelt werden kann, verweisen wir Leser, welche sich eingehender zu informiren wünschen, ohne jedoch umfangreiche Originalwerke durchstudiren zu wollen, auf folgende populär-wissenschaftliche Publicationen:

Dr. Georg v. Boguslawski, „Bericht über die Ergebnisse der neuesten Tiefseeforschungen". In Behm's „Geographischem Jahrbuch". VII. Gotha. Justus Perthes. 1878.

„Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie". Organ des hydrographischen Bureaus und der deutschen Seewarte. Besonders der VII. Jahrgang (1879), Hefte II, III, V, VI, VII, VIII, X, XI, übrigens auch fast alle anderen Hefte aller Jahrgänge. Berlin, E. Siegfried Mittler & Sohn.

Professor Carl Semper, „Die natürlichen Existenz-Bedingungen der Thiere". XXXIX. und XL. Band der „Internationalen wissenschaftlichen Bibliothek". Leipzig, Brockhaus. 1880.

Organismen ausmachen, und zwar zunächst die Verhältnisse des grossen gemeinsamen Oceanbeckens, sowie des darin befindlichen Wassers richtig zu

---

Sir C. Wyville Thomson, „The Voyage of the Challenger". London 1877.

Zwei ältere, aber noch immer nicht völlig durch neuere Publicationen ersetzte Werke dieser Richtung sind folgende:

L. C. Schmarda, „Die geographische Verbreitung der Thiere". Wien, Gerold. 1853.

Dr. A. Jilek, „Lehrbuch der Oceanographie". Wien, Staatsdruckerei. 1857.

Für die österreichischen Forschungen in der Adria wären zu benützen an älteren und neueren Publicationen:

Dr. J. R. Lorenz, „Physikalische Verhältnisse und Vertheilung der Organismen im quarnerischen Golfe". Herausgegeben von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Wien, 1863.

Die Berichte der „Commission für die wissenschaftliche Erforschung der Adria" (eingesetzt von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien). Bisher fünf Bände; 1869, 1871, 1873, 1878, 1880.

Vier Berichte der k. ungar. Seebehörde über physikalische Untersuchungen in der Adria. Von den Professoren Luksch und Wolf in Fiume. 1877 und 1878.

Die analogen Werke für die deutschen Meere sind:

Dr. H. A. Meyer, „Untersuchungen über physikalische Verhältnisse des westlichen Theiles der Ostsee". (Nach Reisen des Jahres 1868.) Kiel.

H. A. Meyer und C. Möbius, „Die Fauna der Kieler Bucht". Leipzig. (Mehrere Bände, der erste 1865 erschienen.)

Jahresberichte der „Commission zur Erforschung der deutschen Meere" (laufen fort).

verstehen, ist ein Rückblick auf die Entstehung des Meeres selbst nicht ganz zu vermeiden.

Es darf wohl als ein bereits sichergestelltes Resultat der Naturforschung, sowohl der Astronomie als der Geologie, angenommen werden, dass die Erde sich einmal in einem Zustande befunden hat, wo sie ein glühender geschmolzener Ball war. Wir brauchen nicht weiter zurückzudenken in noch frühere Stadien, über die wir weniger Bestimmtes sagen können; es genügt, sich jenes Stadium zu vergegenwärtigen, in welchem die Erde dem Himmelsraume, dessen Temperatur nicht unter —60 Grad, vielleicht mit —100 Grad Celsius angenommen werden kann, eine weissglühende Oberfläche, also mit mindestens 1500 Grad Hitze zukehrte.

In der Masse des feurigflüssigen Balles konnte nun selbstverständlich keiner jener Stoffe enthalten sein, die bei der Weissglühhitze nur in Dampf- oder in Gasform bestehen; Wasser, Kohlenstoff, Quecksilber, überhaupt alle leichter verdampfenden Metalle und Verbindungen, unter anderen auch Chlornatrium (Kochsalz) und Chlormagnesium mussten ausserhalb des glühenden Balles bleiben, mussten denselben in Gestalt einer Dampfhülle umgeben. Bleiben wir nun bei demjenigen, was uns wegen seiner Beziehung zur Entstehungsgeschichte des Meeres interessirt, so müssen wir hervorheben, dass damals alles Wasser, welches heute als Meer, oder in Gestalt von Flüssen, Seen, als Hydratwasser in Mineralien,

dann in Pflanzen und Thieren sich befindet, in der Dunsthülle einer glühenden Kugel schwebte, was auch mit dem sämmtlichen Kohlenstoff der Fall war.

Später, nachdem die Ausstrahlung aus dem glühenden Erdball in den kalten Weltraum dahin geführt hatte, dass die äussersten Schichten der Erdkugel sich so weit abgekühlt hatten, um eine erstarrte feste Kruste zu bilden, nahm auch die Temperatur der Dampfhülle ab, und nun fielen aus dieser Hülle, aus der damaligen Atmosphäre, nach und nach alle jene Stoffe heraus und auf die Erdkruste nieder, die bei der jeweilig erreichten niedrigeren Temperatur nicht mehr dampfförmig bleiben konnten.

Seit also die Abkühlung so weit gekommen war, dass die Atmosphäre weniger als 100 Grad Celsius hatte, begann ein Theil des in der Atmosphäre befindlichen Wasserdampfes sich zu condensiren, Tropfen zu bilden, die als Regengüsse herabfielen und sich in den Vertiefungen sammelten, die aus dem ungleichen Zusammenschrumpfen der abkühlenden Erde entstanden waren.

Auf dem warmen Boden aber verdampften die Niederschläge zum Theile wieder, stiegen auf, fielen, oben abgekühlt, wieder herab u. s. w., bis die Erdrinde genug abgekühlt war, um grosse Massen Wassers dauernd auf sich ruhen zu lassen.

Schon früher als das Wasser waren Chlornatrium (Kochsalz) und Chlormagnesium und andere Salze, die wir heute im Meerwasser finden, oder die Ele-

mente solcher Salze, auf die Erdrinde gefallen, und das nachkommende Wasser bildete mit ihnen eine warme Salzlösung — das Urmeer.

Dieses konnte sehr reichlich Mineralstoffe aufgelöst enthalten, erstens weil wärmeres Wasser von manchen Stoffen viel mehr in Lösung enthält als kälteres, zweitens weil es auch sehr viel Kohlensäure aus der Atmosphäre mitgebracht und in sich aufgespeichert hatte, und kohlensäurereiches Wasser manche Stoffe aufgelöst erhält, die bei Abnahme der Kohlensäure unlöslich werden und als fester Niederschlag zu Boden fallen.

Hieher gehört unter Anderem der kohlensaure Kalk (unser jetziger Kalkstein, Kreide, Marmor u. s. w.)

Das Urmeer war also eine ziemlich concentrirte Salzlösung, verlor aber allmälig an Concentration, je mehr Wasser ihm aus der nun kälter werdenden Atmosphäre zukam, je mehr seine Temperatur abnahm und je mehr die darin enthaltene Kohlensäure theils durch Austreten in die Atmosphäre, theils durch Eingehen verschiedener chemischer Verbindungen wegging.

Mit dem Wegfallen der Lösungsbedingungen — nämlich der hohen Temperatur und des grossen Kohlensäuregehaltes — fielen dann auch nothwendigerweise die früher gelösten Stoffe als unlöslich, als Niederschläge zu Boden, auf den Grund des Meeres.

Diese alten chemischen Niederschläge sind heutzutage vielfach trockengelegt, meist als Kalkgebirge, theils aber mögen sie noch im breiigen Zustande den Meeresgrund bilden. Unser heutiges Meer ist also an Wasser absolut und relativ reicher, an Salzen aber ärmer als das Urmeer, und es enthält eben nur noch jene Salze, die es bei der heutigen niedrigeren Temperatur und bei dem heutigen Kohlensäuregehalt aufgelöst enthalten kann. Dieser Salzgehalt beträgt im grossen Durchschnitte beiläufig 3 Procent, d. h. in 100 Kilogramm Meerwasser haben wir nur 3 Procent verschiedener Salze und 97 Procent Wasser.

Bevor wir aber auf die Verhältnisse dieser Salzlösung, die wir Meer nennen, noch näher eingehen, wollen wir das Gefäss betrachten, in welchem es enthalten ist, also die Natur der Meeresbecken und des Meeresgrundes.

Meeresboden.

Die festen Wandungen und der Grund des Meeres haben für die marinen Organismen nicht ganz dieselbe Bedeutung, wie der Boden für die Organismen des Festlandes. Den Landpflanzen dient, wie bereits erwähnt, der Boden wesentlich auch als Quelle der Ernährung, indem sie den schwereren Antheil ihrer Körperbestandtheile (die unverbrennlichen, mineralischen, die sogenannten Aschenbestandtheile) aus dem Boden beziehen. Die Seepflanzen hingegen

haben mit Ausnahme der phanerogamen Seegräser *(Zostera, Posidonia etc.)* zwar Haftorgane, aber keine nahrungsaugenden Wurzeln und ernähren sich nur durch Aufnahme von Stoffen direct aus dem Meerwasser, so dass die Zusammensetzung des Bodens für ihre Ernährung gleichgiltig ist.

Für die Seethiere hat der Boden hauptsächlich wegen der Anheftung, dann wegen der Schlupfwinkel, die er bietet, und wegen des Materiales, das er zu verschiedenen Röhren und nesterartigen Constructionen liefert, eine Bedeutung.

Da die Meeresbecken nur untergetauchte Einfaltungen der Erdrinde sind, besitzen ihre Ränder, Seitenwände und ihr Grund wenigstens ursprünglich dieselben Eigenschaften, wie die am Tage liegenden Partien der festen Erdoberfläche; dieselben Gesteine, dieselben äusseren Gestaltungen, welche das feste Skelet unserer Hügel und Berge bilden, und ähnliche Ablagerungen, wie wir sie in Ebenen ausgebreitet finden, wiederholen sich wenigstens ursprünglich auch an den Wandungen und als unterste Unterlage auch am Grunde des Meeres.

Bezüglich der Plastik oder Terrainbildung unter dem Wasserspiegel ist zunächst von Belang der Winkel, unter welchem der Festboden in das Meer eintaucht. In dieser Beziehung haben sich unsere Seeleute die Regel gebildet: „*alto monte, alto mare*" d. h. wenn ein hoher Berg das Ufer bildet, ist das daranstossende Meer tief und umgekehrt; oder, was dasselbe ist: das

Gehänge des Ufers setzt sich beiläufig in derselben Neigung, steil oder flach, wie eben das Ufer ist, auch unter dem Wasser fort. So natürlich das im Allgemeinen ist, gibt es doch auch manche Ausnahmen von dieser Regel; denn es kommt auch vor, dass das Meer oben nur bis an den Fuss eines Berges oder Bergzuges oder selbst einer steilen Wand reicht, und dann breitet sich vor dem hohen Ufer ein seichtes Meer aus. Anderemale reicht das Meer bis nahe an die Kuppe eines hohen Berges; da aber fast der ganze Abhang dieses letzteren untergetaucht ist, erscheint am Ufer nur die flache Kuppe, unter welcher dann eine durchaus nicht ebenso flache Meeresstrecke liegt.

Eine sichere Rechnung, ein sicherer Schluss aus der Gestalt des Ufers auf die Tiefe des Wassers lässt sich also im Allgemeinen durchaus nicht machen. Die allertiefsten Stellen des Oceans sind weder in der Nähe hoher Küstenberge, noch auch in den landfernsten Gegenden des offenen Meeres. Die grösste bis jetzt gelothete Tiefe ist im nordwestlichen Theile des Stillen Oceans, nicht weit von der keineswegs sehr hoch ansteigenden Küste Japans, mit 8500 Meter gefunden worden; diese Tiefe ist nur um circa 300 Meter geringer als die Höhe des höchsten, ganz anderswo — im Himalaya — gelegenen Berges, des „Gaurisankar" (8840 Meter).

Die ausgedehnteste zusammenhängende Gegend mit sehr grossen Tiefen (um 8000 Meter herum) liegt

zwischen den Marianen- und Carolinen-Inseln, also in der Nähe von keineswegs hohem Land.

Im Atlantischen Ocean ist die grösste Tiefe (mit 7086 Meter) unweit der nicht sehr hohen Insel St. Thomas.

An den untergetauchten Gehängen ist ausser dem mehr oder minder steilen Einfallen gegen die

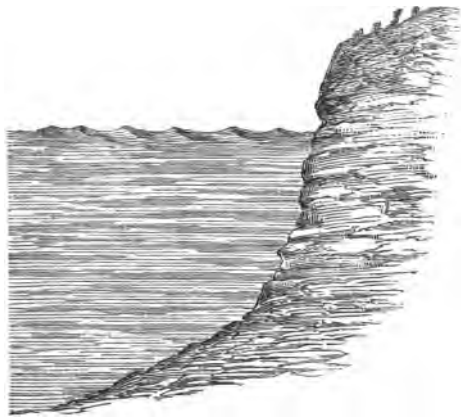

Fig. 1.

Tiefe für das pflanzliche und thierische Leben von grosser Bedeutung die Art, wie die Gesteine ausgehen oder hervortreten. Wird z. B. ein solcher Abhang von gerade abgebrochenen Blöcken oder Schichten gebildet, so dass eine ziemlich glatte steile Wand mit wenigen Spalten entsteht (Fig. 1), so finden Pflanzen und Thiere wenig Anhaltspunkte und wenige Schlupfwinkel, und solche Wände sind meist nur mit verein-

zelten Schwämmen und Korallen — darunter freilich auch die werthvollen Edelkorallen — bewachsen.

Ragen hingegen Schichtenköpfe oder die Enden von Platten stufenförmig unter einander hervor (Fig. 2), so entstehen zahlreiche günstige Standorte und Schlupfwinkel, die sich mit Tangen reichlich bewachsen und an denen eine mannigfaltige Fauna sich ansiedelt.

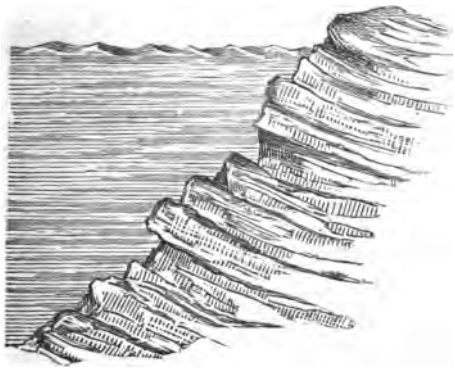

Fig. 2.

Vielerlei, nur andersgestaltete Anheftungs- und Schutzstellen bieten sich auch bei vertical (saiger) stehenden Schichtenköpfen von ungleicher Höhe (Fig. 3).

Mit der Natur der Wandungen hängt auch der Uebergang zum Grunde zusammen; bestehen nämlich jene aus leichter abzubröckelnden Gesteinen, und wird das Abbrechen durch die Gestalt der ausgehen-

den Schichten oder Platten erleichtert, so sammeln sich am Fuss des Gehänges, gerade so wie auf dem festen Lande, Halden von untergesunkenen Trümmern und Schutt an (Fig. 4), welche noch mehr als die günstigsten Gehänge eine reiche Auswahl von Standortsverhältnissen darbieten und daher auch eine mannigfaltigere Abwechslung von Organismen beherbergen.

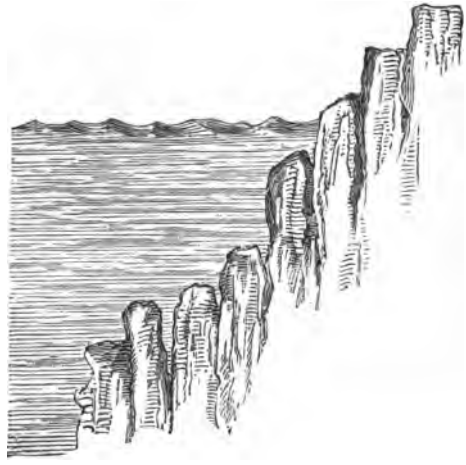

Fig. 3.

Ueberhaupt kann man sagen, dass der Reichthum von theils festsitzenden, theils wenigstens grundholden Thieren zunimmt, wenn die Mannigfaltigkeit der dargebotenen Standortsverhältnisse zunimmt.

Am ungünstigsten für das organische Leben verhalten sich die Strandgegenden mit gerundeten Rollsteinen, die bei jedem Wellenschlage sich an ein-

ander reiben, so dass sich an ihrer geglätteten Aussenseite nichts ansiedeln kann. Dennoch findet man wenigstens im Innern solcher Geröllstücke, wenn man sie zerschlägt, fast immer einen oder den anderen thierischen Bewohner in jener unfreiwilligen Gefangenschaft, von der ich schon früher gesprochen habe.

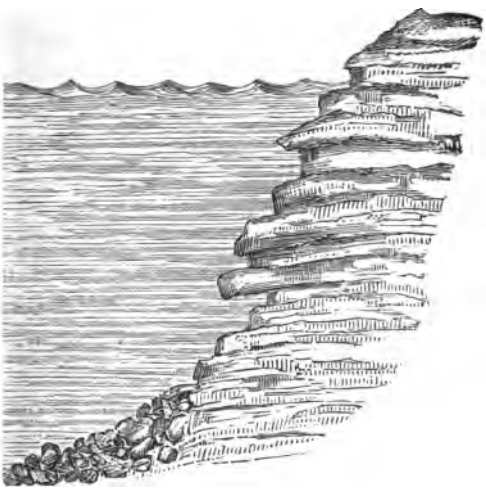

Fig. 4.

Gehen wir nun von den Wänden der Meeresbecken, die für den Küstenfahrer allerdings auch schon den Meeresgrund abgeben, zum Meeresgrund im eigentlichen Sinne des Wortes über, so muss ein wesentlicher Unterschied festgehalten werden zwischen den seichteren Meeresstrichen, besonders in

der Nähe des Landes, und zwischen dem weiten, offenen, tiefen Ocean.

Vom Lande aus bis mehrere Meilen seewärts und in seichteren Meerestheilen besteht der Grund fast aus ebenso vielerlei Materialien wie der Boden des Festlandes: Felsen aller Art und Gestalt, Steinblöcke, Geschiebe, Gerölle, Grus, oft mit Muschelscherben gemengt, Sand der verschiedensten Art, Letten, Lehm, Schlick u. s. w., und der Meeresboden ist da ziemlich uneben, wie ja meist auch das trockene Land.

Die Tiefböden aller Oceane hingegen sind frei von starken Unebenheiten, auf weite Strecken fast horizontal, und bestehen rings um die ganze Erde herum fast aus dem gleichen Materiale, nämlich aus einer breiigen, fast suppigen Masse eines feinen, mild und schleimig sich anfühlenden Bodensatzes, den man fast einen „nassen Staub" nennen möchte.

Diese Gleichförmigkeit der Bodengestaltung und des Materiales erklärt sich aus folgenden Ursachen.

Im offenen Ocean, wohin selbst die feinsten Theilchen der Fluss-Sedimente von Sand und Schlamm nicht mehr durch Strömungen vertragen werden, schweben im Salzwasser doch unzählbare Milliarden — ja man möchte lieber sagen „Decilliarden" — von grösseren und kleineren Organismen bis zu rein mikroskopischen Formen, von denen Secunde für Secunde ein Theil abstirbt und sich zu zersetzen beginnt. Die fäulnissfähigen Körpertheile derselben zerfallen,

ungeachtet des Salzgehaltes des Meerwassers, während des langsamen Hinabsinkens mehr oder weniger vollständig in ihre näheren und entfernteren Bestandtheile; die kalkigen und kieseligen Theile aber, wie Gräten, Schalen, Kalk- und Kieselnadeln und Kieselpanzer, mit denen viele der allerzartesten und zahlreichsten Organismen versehen sind, fallen schliesslich zu Boden.

Es geht also gleichsam ein ewiger Regen von solchen Resten auf den Meeresgrund nieder und überhüllt seit Tausenden von Jahren alle ursprünglichen Unebenheiten desselben. Diese Unebenheiten werden

Fig. 5.

dadurch auch ausgeglichen, wie überhaupt durch Aufschüttungen ursprünglich steilere Gehänge immer sanfter gestaltet werden. Die aufgeschütteten Theilchen gleiten nämlich an den schiefen Flächen der Unebenheiten hinab, so lange noch schiefe Ebenen mit hinreichender Neigung vorhanden sind, wie die beistehende Fig. 5 zeigt. Ueber dem Hügel *A* z. B. bildet sich zunächst eine etwas flachere Ablagerung 1, 1; dann folgen darüber die immer flacher werdenden haldenartigen Ablagerungen 2, 2, 3, 3.

Da nun alle zu Boden gelangenden unorganischen Reste, nachdem die organischen Bestandtheile zerstört

sind, überall so ziemlich von gleicher Natur sind, muss auch der von ihnen gebildete Grund sehr gleichförmiger Natur sein.

Die berühmte Expedition auf dem englischen Schiffe „Challenger" hat im ganzen Atlantischen und Stillen Ocean in den grösseren Tiefen auf vielen Tausenden von Quadratmeilen nur zweierlei Arten von Grund gefunden: die eine war weisslicher Schlick, den sie „Globigerinen-Schlamm" nannten (von der grossen Menge einer Foraminiferen-Art), und dieser Schlamm herrschte von etwa 1000 bis 2200 Faden Tiefe überall.

Die zweite Art war ein röthlicher, suppiger Letten, der den Globigerinen-Schlamm in den noch grösseren, landfernsten Tiefen von 1300 Faden abwärts bis 3000 und mehr ablöste, und worin die Reste einer anderen Thiergruppe (der Radiolarien aus der Classe der Protozoen) vorwiegend waren.

Es fehlt also am Grunde der ausgedehntesten Meeresstrecken jene Mannigfaltigkeit, durch die näher an den Küsten und Inseln ein so mannigfaltiges Thier- und Pflanzenleben begünstigt wird.

Meerwasser.

Nachdem wir nun das grosse Gefäss betrachtet haben, gehen wir über zu dem darin enthaltenen Salzwasser.

Das Wasser spielt, wie schon früher angedeutet, nicht nur als Medium für die marinen Organismen

eine ähnliche Rolle wie die Luft für diejenigen des Festlandes, sondern ist überdies die einzige Nahrungsquelle für die meisten Seepflanzen und wenigstens eine der wichtigsten Nahrungsquellen auch für die Seethiere, welche aus dem — unmittelbar oder mittelbar — eingeschluckten Seewasser wesentliche Stoffe zum Aufbau ihrer Leiber, besonders aber mancher Hautgebilde (wie Schalen, Deckel, Panzer, Spikeln oder Nadeln, Kalkröhren u. s. w.) beziehen.

Die circa 3 Procent Salz, welche, wie erwähnt, mit 97 Procent Wasser durchschnittlich das Meer zusammensetzen, bestehen zwar zum grössten Theile, aber nicht ganz, aus Chlornatrium oder Kochsalz; dieses macht vom ganzen Salzgehalt etwa 85 Procent, also den beiweitem grössten Theil aus, und von diesem Bestandtheile rühren demnach hauptsächlich jene Eigenthümlichkeiten des Meerwassers her, durch die es sich vom Süsswasser unterscheidet: nämlich der entschieden salzige Geschmack und das höhere specifische Gewicht, welches durchschnittlich 1·027 bis 1·03 beträgt.

Ausser dem Kochsalz hat dem Quantum und der Wirksamkeit nach zunächst Chlormagnesium Antheil an der Zusammensetzung des Seesalzes und seiner Eigenschaften. Chlormagnesium verleiht dem Seewasser den bitteren Beigeschmack, durch den es sich von reiner Kochsalzlösung deutlich unterscheidet; und Chlormagnesium ist auch jener Bestandtheil, der das Meersalz, selbst wenn es getrocknet

ist, so leicht wieder an der Luft zerfliesslich und klebrig macht, indem es ungemein leicht Wasserdampf aus der Atmosphäre an sich zieht. Daher kommt es auch, dass man nach einem Seebade, selbst wenn man sich noch so gut abgetrocknet hat, die Haut noch lange etwas feucht fühlt, indem die kleinen Chlormagnesium-Kryställchen, die in den Poren der Haut sich abgesetzt haben, durch die erwähnte Wasseranziehung wieder feucht zu werden und zu zerfliessen anfangen.

Ein dritter Bestandtheil des Meersalzes, der zwar an Menge sehr unbedeutend, aber doch in seiner Wirkung sehr charakteristisch ist, ist das Brom. Von diesem Elemente, das wahrscheinlich in der Verbindung als Brom-Magnesium im Meerwasser vorkommt, rührt die dritte Geschmacks-Eigenschaft des Meerwassers her, die nebst dem salzigen und bitteren noch deutlich hervortritt — nämlich ein eigenthümlich ekelhafter Geschmack, der zugleich auf die Nase als charakteristischer Gestank wirkt, durch den man Seewasser und Seeproducte als solche so leicht schon von Weitem erkennt. Auch ist dieser Bestandtheil wesentlich für die Seepflanzen und Seethiere, in deren Geweben man stets Brom, noch mehr aber das chemisch verwandte Jod aufgespeichert findet. Hiebei hat sich eine interessante, aber bis heute noch ungelöste Frage ergeben. Im Meerwasser findet man nämlich, wie gesagt, stets Brom in leicht nachweisbaren Mengen, von Jod hin-

gegen nur sehr geringe Spuren; in Seepflanzen und Seethieren hingegen grössere Mengen von Jod, und vom Brom dagegen nur schwache Spuren. Das hat zu der Vermuthung Anlass gegeben, dass Jod nur ein allotroper Zustand von Brom sei, etwa wie der rothe, amorphe, unschädliche Phosphor nur eine allotrope Form des weissen giftigen Phosphors ist, oder wie Ozon nur eine andere Form von Sauerstoff ist. Es würde da gleichsam das Brom des Meerwassers bei oder nach der Aufnahme in die Organismen die Jodform annehmen.

Uebrigens ist diese Hypothese keine durchaus nothwendige, denn es ist ja bekannt, wie die Organismen unübertreffliche Sammler auch der unbedeutendsten Stoffmengen sind, wenn nur die Stoffe selbst ihnen zusagen.

Ausser den drei schon für Geschmack und Geruch am deutlichsten hervortretenden Bestandtheilen, die bis jetzt genannt wurden, enthält das Meerwasser noch mehrere andere anorganische Stoffe, theils Kohlenstoff-, theils Chlor-, theils Schwefelsäure-Verbindungen von Kalk, Kalium, Eisen u. s. w., auch Spuren von Phosphorsäure, die ungeachtet ihres geringen procentischen Antheiles an der Zusammensetzung des Meerwassers doch durch die sorgfältige Assimilation der Organismen genügendes Material zum Aufbau der ungeheuren Massen von Gräten der Fische und von Knochen der See-Säugethiere liefert. Für die letzteren dürfte übrigens, da sie viele

Seegrasfresser verzehren, Phosphorsäure auch reichlich mittelbar aus dem Boden des Meeres durch die Graswurzeln bezogen werden.

Sowie aber die Athmosphäre ausser ihren Hauptbestandtheilen: Stickstoff und Sauerstoff auch noch Uebergemengtheile und Verunreinigungen enthält, nämlich Wasserdampf, Kohlensäure, Ammoniak und feste Stäubchen sowohl organischen als anorganischen Ursprungs, ebenso enthält das Meerwasser gleichsam als Uebergemengtheile atmosphärische Luft und Kohlensäure, sowie zahlreiche kleinere und grössere Fragmente zerfallender Organismen, die dasjenige im Meer darstellen, was wir in der Luft Staub nennen.

Was nun die im Meerwasser enthaltene Luft betrifft, so ist es sehr merkwürdig, dass bis zu den grössten Tiefen des Meeres stets ein beinahe gleicher Antheil von atmosphärischer Luft zwischen den Wassertheilchen vertheilt oder im Meerwasser gelöst gefunden wird und die Athmung der Seethiere ermöglicht.

Dass Süsswasser an seiner Oberfläche in Berührung mit Luft kleine Mengen dieser letzteren in sich aufnimmt, die aber dabei gasförmig bleiben — nicht etwa zu einer tropfbaren Flüssigkeit condensirt werden — und dass solches auch an der Oberfläche des Meeres stattfindet, war längst bekannt; man hatte aber lange geglaubt, dass nichts davon in grössere Tiefen gelangen könne, aus verschiedenen Gründen, auf die ich hier nicht eingehen kann.

Diese speculativen Erwägungen sind nun aber beseitigt durch die Thatsache, dass bei zahlreichen neueren Untersuchungen unter Anwendung verbesserter Apparate in allen Tiefen des Meeres so viel atmosphärische Luft gefunden wurde, als bei der in jenen Tiefen herrschenden Temperatur auch dann im Wasser enthalten wäre, wenn dieses an der Oberfläche sich befände. Wo also z. B. das Meer in der Tiefe — wenngleich von mehreren tausend Faden — eine Temperatur von 3° C. besitzt, dort enthält es eben so viel Luft, als das Meer an seiner Oberfläche in anderen Gegenden enthält, wo die Temperatur der Oberfläche 3° C. beträgt. Man erblickt darin einen Fingerzeig dafür, dass das Wasser der grossen äquatorialen Tiefen mit seiner niedrigen Temperatur durch tiefgehende oder gleichsam sinkende Strömungen aus den seichteren polaren Meeresschichten gekommen sei.

Gewissermassen ein Gegenstück zur atmosphärischen Luft bildet die Kohlensäure, die im Meerwasser, und zwar auch in allen Tiefen, vertheilt ist; ich sage: ein Gegenstück — denn während die atmosphärische Luft zur Athmung für die Seethiere dient, ist umgekehrt die Kohlensäure, wenigstens zum grossen Theile, ein Product der Athmung und der Zersetzung von Organismen, wie in unserer Atmosphäre.

Auch die Kohlensäure hat man nicht allein in allen Tiefen, sondern auch überall beinahe in der gleichen Menge gefunden, während man früher geglaubt hatte, dass am Meeresgrunde, wo sich zersetzende

Massen von Thier- und Pflanzenresten angehäuft sein müssen, auch eine Anhäufung von Kohlensäure stattfinden dürfte.

Ich habe bisher von der Zusammensetzung des Meerwassers im Allgemeinen gesprochen, und wie sie sich durchschnittlich verhält. Im Einzelnen, wenn man bestimmte Abschnitte des Meeres in's Auge fasst, oder wenn man verschiedene Tiefenschichten in Betrachtung zieht, ja sogar am selben Punkte, aber zu verschiedenen Jahreszeiten, ergeben sich im Salzgehalt manche wesentliche Besonderheiten. So z. B. ist in der ersteren Beziehung bekannt, dass die Ostsee nur einen sehr geringen Salzgehalt besitzt, weil dort das Salzwasser durch einmündende verhältnissmässig grosse Flüsse sehr verdünnt wird; grösser ist der Salzgehalt in der Nordsee, besonders entfernter vom Gestade, während in der Nähe der Flussmündungen nur halbgesalzenes oder angesüsstes Wasser, sogenanntes brackisches Wasser zu finden ist; noch grösser ist der Salzgehalt im offenen Atlantischen Ocean, und abermals grösser im Mittelmeer und in der Adria.

Je weniger Süsswässer einem Meerestheile zuströmen, und je mehr durch hohe Lufttemperatur und Lufttrockenheit Wasser aus der Oberfläche des Meeres verdampft, desto höher ist der Salzgehalt, und das gilt sogar für einzelne Jahreszeiten, ja sogar für einzelne Tage. Jeder Regen verdünnt die Salzlösung wenigstens in den obersten Schichten

des Meeres, und jeder warme trockene Tag concentrirt die Salzlösung, und zwar ebenfalls zunächst an der Oberfläche.

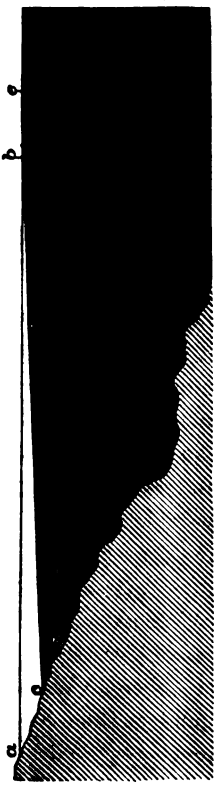

Fig. 6.

Diese Veränderungen im Salzgehalte oder in der Concentration des Meerwassers haben aber nothwendigerweise auch eine Veränderung im specifischen Gewichte des Wassers zur Folge. Meerwasser ist eben wegen seines Salzgehaltes schwerer als Süsswasser und desto schwerer, je concentrirter es ist; brackisches Wasser ist leichter, schwimmt also auf dem schwereren vollsalzigen Meerwasser; und reines Süsswasser ist noch leichter als brackisches und schwimmt also wieder auf diesem.

Bei Flussmündungen findet daher keineswegs, wie man sich oft vorstellt, ein vollständiges Durchmischen statt, so dass etwa im ganzen Mündungsgebiete von oben bis zum Grunde brackisches Wasser wäre und Brackwasserpflanzen und Brackwasserthiere in allen Tiefenschichten zu finden wären. Die Sache

verhält sich vielmehr so, wie die umstehende Zeichnung (Fig. 6) darstellt.

Das Süsswasser des Flusses schwimmt nämlich entweder ganz rein (bei stillem Wetter) oder nur wenig mit Salzwasser gemischt (bei stärkerem Wellenschlag) obenauf in einer Schichte, die gegen See hinaus immer dünner wird, so dass sie im Längsprofil oder vertikalen Längenschnitt keilförmig erscheint (*a b c* unserer Abbildung). Unter diesem Süsswasserkeil liegt ein Brackwasserkeil (*c e d*), dessen Schneide ebenfalls seewärts, nur noch weiter draussen, liegt. Unter dem letzteren aber drängt sich umgekehrt ein Keil von reinem vollsalzigem Meerwasser landeinwärts oder flussaufwärts, und dieser hat selbstverständlich seine Schneide in entgegengesetzter Richtung von jener der beiden anderen Keile, nämlich bei *d*.

Selbst bei solchen Flüssen, an deren Mündung heftige Ebbe- und Fluthströmung herrscht, wie an der Elbemündung, ist doch eine solche Schichtung wenigstens angedeutet, wenngleich die Begrenzung der Schichten mehr verwischt ist.

Durch diese Schichtung des Wassers wird aber auch eine schichtenweise Vertheilung der Pflanzen und Thiere veranlasst. In den oberen Wasserschichten eines Mündungsgebietes und auf den Sandbänken oder Felsen, die in diese oberen Schichten hineinragen, findet man nur Brackwasser-Organismen; unter demselben Punkt in grösserer Tiefe siedeln hingegen Pflanzen und Thiere des vollsalzigen

Meerwassers, von denen die meisten das Brackwasser gar nicht vertragen.

So wie das brackische und noch mehr das süsse Wasser eine Schwimmtendenz gegenüber dem Meerwasser haben, ebenso hat umgekehrt das Meerwasser eine Tendenz zum Untersinken gegenüber dem brackischen und süssen, und zwar desto entschiedener, je concentrirter das erstere ist. Hiedurch wird nun im Meere überhaupt, auch wo keine Süsswässer einmünden, eine gewisse Schichtung bewirkt. Das salzreichste, schwerste, am wenigsten verdünnte Meerwasser sammelt sich am tiefen Grunde an und bleibt auch dort, weil es in der Regel am Grunde keine Ursache gibt, die das Meerwasser wieder leichter machen und zum Aufsteigen veranlassen würde. Das gilt aber eben nur vom tiefen Grunde, bis zu welchem verändernde Einflüsse von oben her, also Wirkungen der Niederschläge und der Temperatur, nicht mehr reichen. In den oberen Schichten hingegen vollzieht sich ein fortwährender Wechsel, wie ich schon früher angedeutet habe, nach Jahreszeiten, ja selbst nach einzelnen Tagen und Stunden. Ist warme, trockene Witterung, so verdampft oben Wasser, die oberste Wasserschicht wird concentrirter, also schwerer, sinkt unter, und dafür steigt ebensoviel von dem nun verhältnissmässig leichteren Wasser einer darunter liegenden Schicht in die Höhe; dieser Wechsel erfolgt aber nicht sogleich, denn dieselbe Wärme, durch die ein Verdampfen

und eine grössere Concentration an der Oberfläche bewirkt wird, verursacht zugleich auch eine Ausdehnung derselben Wassertheilchen und dadurch werden diese wieder leichter; die erhöhte Temperatur hebt theilweise wieder dasjenige auf, was die Verdampfung herbeigeführt hat, und die Wassertheilchen schweben also gewissermassen in einem Zustande der Unentschiedenheit zwischen „oben bleiben" und „untersinken"; es kommt dann darauf an, welche der beiden Wirkungen überwiegt, und das ist je nach den gleichzeitig wehenden Winden und nach der gleichzeitig stattfindenden Luftfeuchtigkeit verschieden. Jedenfalls kommen Fälle vor, in denen zeitweise oben concentrirteres Meerwasser ist als in mittleren Schichten.

Wenn, wie gleichfalls schon früher angedeutet, Niederschläge sich auf das Meer ergiessen, verdünnen sie das Meerwasser der oberen Schichten, die dann, als die leichteren, oben zu bleiben streben; wenn aber der Regen nicht stark, dagegen mit einer starken Abkühlung der Luft verbunden ist, so kann diese Temperatur-Erniedrigung die oberen Wassertheilchen verhältnissmässig schwerer machen, so dass sie ungeachtet ihres etwas geringeren Salzgehaltes ein wenig sinken.

Im Allgemeinen kann man nur sagen: Ist das Meer so seicht, dass die Oberflächen-Einwirkungen, welche auf die Concentration und Temperatur des Wassers wirken, bis zum Grund hinab reichen, so tritt ein fortwährender Wechsel in der Schichtung

des Wassers ein; ist es dagegen so tief, dass die Oberflächen-Einwirkungen nicht bis zum Grunde reichen, so lassen sich zwei Haupt-Etagen im Meerwasser unterscheiden: eine untere mit unveränderlichem Salzgehalte und eine obere mit wechselnder Concentration und fortwährenden verticalen Strömungen zur Erreichung eines Gleichgewichtszustandes, der aber nie von Dauer ist.

Es wurde oben gesagt, dass am Grunde bei grossen Tiefen in der Regel keine Ursache eintritt, welche den Salzgehalt wesentlich verändern könnte. Diese Regel hat aber auch ihre Ausnahmen.

Es kommen nämlich Fälle vor, dass am Meeresgrunde Süsswasserquellen hervorbrechen, gerade so wie am Boden des Festlandes, und dass durch das fortwährend nachströmende Quellwasser, ungeachtet es durch seine grössere Leichtigkeit aufsteigt, doch eine beständige Verdünnung des Salzwassers in der Tiefe bewirkt wird.

Dass am festen Lande Verhältnisse vorkommen, wie sie die Zeichnung (Fig. 7) darstellt, ist allgemein bekannt. Wenn nun dasselbe Terrain mit derselben inneren Structur von Meerwasser bedeckt ist (Oberfläche MN), so ändert sich an der Sache nichts, als dass das Meer bei x gegen die hervordringende Quelle einen stärkeren Druck ausübt als die Luft ausüben würde, dass also die Quelle nur dann hervorsprudeln oder aufsteigen kann, wenn ihre Steigtendenz grösser ist als der Gegendruck des

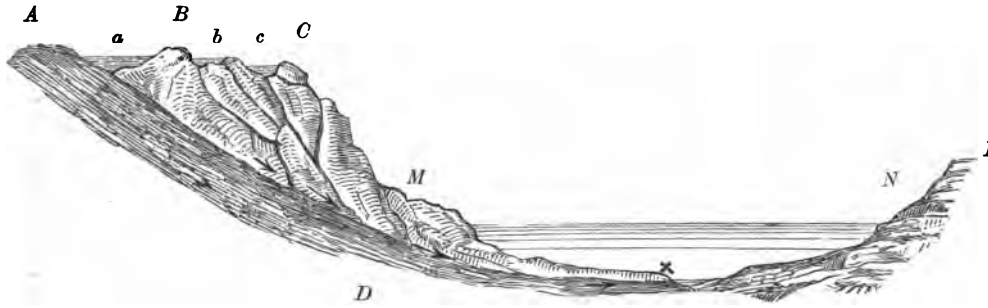

Fig. 7.

A, *B*, *C* ist ein Plateau, welches bei *a*, *b*, *c* Vertiefungen hat, in denen Schnee- oder Regenwasser sich zeitweise ansammelt; das Wasser dieser Niederschläge dringt durch die Spalten des Gesteines *B C* hinunter bis an die nach oben gekehrte Fläche des dichten, spaltenfreien, undurchlassenden Gesteines *A D*. Längs der Berührungsgrenze beider Gesteins-Systeme läuft nun das Wasser unterirdisch fort, bis es bei *x* unter dem Gestein als Quelle hervortritt.

Meeres; und das ist der Fall, wenn das Süsswasser aus grossen Höhen kommt.

Dieser Fall ist auch vielfach verwirklicht; so z. B. stellt unsere Zeichnung Fig. 7 ein Verhältniss dar, welches in der Mitte des Quarnerischen Golfes bei Fiume und an vielen Punkten der östlichen Adria wirklich stattfindet. Da das untermeerisch hervordringende Süsswasser zugleich auch weit kälter ist als sonst das Adriatische Meer in dieser Tiefe, werden hiedurch Standortsverhältnisse hervorgebracht, die sich mehr denen der Nordsee nähern - und merkwürdigerweise finden wir an diesem Punkte der Adria eine Krebsenart und eine Polypenart angesiedelt, die ihre eigentliche Heimat in der Nordsee haben. Die Krebsenart ist der essbare, auf den Fischmärkten sehr gesuchte „Scampo di Fiume" (*Nephrops norwegicus*), dessen Bezeichnung als „*norwegicus*" schon andeutet, wo man ihn ursprünglich zu suchen hat. Er wohnt längs den norwegischen Küsten und weiter heraus in der Nordsee, kommt auf dem ganzen Wege über Frankreich, Portugal und Spanien dann im Mittelmeer nicht wieder vor und tritt nur gleichsam als eine entfernte Colonie gerade an einem solchen Punkt der Adria auf, wo Salzgehalt und Temperatur sich ähnlich verhalten wie in den tieferen Theilen der Nordsee. Die Polypenart ist *Virgularia multiflora*, nächstverwandt mit der nordischen *V. mirabilis*.

Dieses Vorkommen führt uns nun zur Frage: worin eigentlich der Einfluss des Meerwassers auf

die Organismen bestehe? Thatsache ist es, dass die meisten Seepflanzen und Seethiere schon in stark brackischem, noch rascher aber in reinem Süsswasser zu Grunde gehen; Süsswasser wirkt auf die meisten geradezu wie Gift, und viele Seethiere, wie z. B. Anneliden, an denen man alle Körperzustände sehr deutlich schon äusserlich verfolgen kann, sieht man schon nach wenigen Secunden oder längstens nach einigen Minuten im Süsswasser absterben. Aber ebenso ist es Thatsache, dass es manche Thierarten gibt, die bald in salzigem, bald in stark brackischem oder fast süssem Wasser aus freier Wahl leben, wie z. B. Lachse und Aale, und dass es andere gibt, die wenigstens an einem solchen Wechsel nicht zu Grunde gehen, wie Austern-Arten; und endlich ist es eine dritte Thatsache, dass selbst von jenen Thiergruppen, die als Salzwasserformen gelten, manche Arten wenigstens nach und nach an Süsswasser sich accommodiren können, wenn man von Generation zu Generation das Salzwasser, in dem sie leben, mehr und mehr ansüsst.

Aus all' diesen Thatsachen ergibt sich aber doch, dass für den weitaus grössten Theil der Meeresthiere in ihrer gegenwärtigen Generation das Salzwasser ein unumgängliches Lebensbedürfniss ist und dass diese grosse Majorität rasch von der Erde verschwinden müsste, wenn ihr plötzlich Süsswasser anstatt Salzwasser geboten würde. Dieser Bedarf nach Salzwasser ist so entschieden, dass viele Seethiere

und die meisten Seepflanzen viel länger ganz ohne Wasser, der blossen Luft ausgesetzt, fortleben können, als wenn man sie in Süsswasser versetzen würde. Viele Seethiere können sich nämlich in ihre Gehäuse, Röhren oder Schalen derart zurückziehen und abschliessen, dass, wenn sie bei der Ebbe oder sonst durch einen Zufall oder menschlichen Eingriff blossgelegt werden, doch immer noch ihre weicheren Körpertheile von einigen Tropfen Seewasser umgeben bleiben und dass dieses am raschen Verdampfen gehindert wird; und so überdauern sie viele Stunden, ja manche Arten sogar Tage an der Luft; würde man sie aber in Süsswasser setzen, so müssten sie fast augenblicklich absterben.

Worin besteht nun eigentlich die specifische Wirkung des Salzwassers auf die Thierleiber? Die Antwort hierauf ist nach dem heutigen Standpunkte unserer Kenntniss sehr kurz: wir wissen es nämlich nicht. Man kann z. B. annehmen, dass der eigenthümliche Reiz, welchen das Salz auf das Hautsystem der Thiere ausübt und der besonders in den Respirations-Organen der Wasserathmer stark sein muss, den Meeresthieren unentbehrlich sei, und dass, wenn dieser Reiz wegfällt, ihre Lebensthätigkeit auf's äusserste herabgestimmt wird oder ganz aufhört; man kann bei den Seethieren wie bei den Seepflanzen annehmen, dass geradezu ihr Ernährungs-Process einen Theil der Meersalze verlange — aber all' das sind heutzutage noch Hypothesen.

Bevor wir uns vom Salzgehalte ab- und einem anderen Gegenstande zuwenden, muss noch einer vielfach bestehenden irrigen Ansicht über die conservirende antiseptische Wirkung des Salzgehaltes erwähnt werden.

Weil man nämlich weiss, dass organische Substanzen, insbesondere Fische und Fleisch, durch Einsalzen längere Zeit vor Verwesung bewahrt werden können, glaubt man auch, dass das Meerwasser, das ja gleichfalls eine Salzlösung ist, die gleiche fäulnisswidrige Wirkung ausüben müsse. Das ist aber thatsächlich nur in einem praktisch ganz unbedeutenden Grade der Fall, und zwar einfach darum, weil die 3 Procent Salze — wovon nur ein Theil Kochsalz — eine viel zu schwache Salzlösung hervorbringen, um fäulnisswidrig zu wirken. Im Meerwasser zersetzen sich daher Organismen bei sonst gleichen Umständen fast ebenso wie im Süsswasser, ja es ist sogar noch schlimmer bestellt mit dem Meerwasser, denn dieses selbst kann durch die darin immer mehr oder weniger reichlich enthaltenen Zersetzungsproducte, insbesondere durch den dünnen Schleim, in den so viele Seethiere zerfliessen, in Fäulniss übergehen, und Seesümpfe oder Maremmen sind bekanntlich noch weit ärgere Brutstätten des ekelhaftesten Gestankes und gefährlicher Miasmen, als es bei Süsswassersümpfen der Fall ist.

Wasserdruck.

Wir wenden uns nun zu einer anderen Wirkung, welche die Organismen beeinflusst, nämlich zum „Druck des Mediums". Wir wissen, dass die Luft, obgleich sie oft als das Symbol des „Leichten" gilt, doch auch ein Gewicht hat, dass die unteren Luftschichten, in denen wir uns bewegen, vom Gewichte der oberen gedrückt werden, dass sie diesem Drucke vermöge ihrer expansiven Natur als Gas einen Gegendruck entgegensetzen, und dass man diesen Druck und Gegendruck misst durch das Barometer.

Die Höhe der Quecksilbersäule des Barometers, nämlich circa 28 Zoll oder 760 Millimeter, ist das Mass jenes Druckes, welchen die ganze Höhe der Atmosphäre (sie ist etwa $1^1/_2$ Meilen oder 12 Kilometer hoch) vom Meeresspiegel an bis zu ihrer oberen Grenze gerechnet, ausübt. Man kann sich daraus berechnen, dass für alle Gegenstände oder Wesen, die sich nicht weit über den Seespiegel erheben, auf 1 Quadratdecimeter oder, nach altem Mass, auf beiläufig $^1/_9$ Quadratfuss, ein Druck von 103 Kilogramm oder rund 1 Metercentner kommt.

Natürlich wird daher der Druck desto geringer, je höher man in die oberen Luftschichten steigt, weil immer nur die über uns befindliche und nicht mehr diejenige Luft drückt, die wir schon unter uns zurückgelassen haben.

Wenn wir also annehmen, dass unser Kopf und unsere Achseln sammt den Vorwölbungen des Brust-

kastens und den Schultern — alles von oben gesehen — eine Fläche von etwa 6 Quadratdecimeter darbieten, so lastet auf uns (immer angenommen in einer Seehöhe = 0) von oben her ein Druck von rund 600 Kilogramm oder 6 Metercentnern. Aber nicht allein von oben nach unten drückt die Luft, sondern nach einer bekannten Eigenschaft der Gase findet in jeder Luftschicht, also auch in jener, in der wir uns jeweilig befinden, derselbe Druck von allen Seiten, ja selbst von unten herauf statt. Auf jeden Quadratdecimeter unserer ganzen Körper-Oberfläche wirkt also fortwährend ein Druck von rund 100 Kilogramm, und wenn z. B. Jemand eine Brustfläche von 8 Quadratdecimeter hat, so empfängt seine Brust einen Druck von 800 Kilogramm; das gilt auch von der Rückenfläche, gilt von rechts und links sowie von der Sohlenfläche, und eben darum drückt uns dieser Druck von oben nicht zusammen, er wirft uns nicht nach vorne oder rückwärts, weil eben der Druck von jeder Seite stattfindet, einer den anderen aufhebt. Aber muss nicht dieser äussere Druck die Wirkung haben, dass er die Körperwandungen eindrückt oder wenigstens einbiegt? Nein! Denn selbst von Innen findet der gleiche Druck nach Aussen statt, weil die Luft in unserem Körper, insbesondere jene in den Lungen, unter demselben Gesetze steht, wornach alle Luft innerhalb derselben Höhenschichte einen gleichen Druck erhält und ausübt.

Den Druck, welchen die ganze Atmosphäre auf die an ihrem Grunde befindlichen Objecte ausübt, und der, wie wir nun wissen, rund 100 Kilogramm per Quadratdecimeter beträgt, nennt man kurz „eine Atmosphäre".

Das Wasser übt selbstverständlich auch einen Druck auf den Boden des Gefässes, in dem es sich befindet; da es aber vielmal schwerer ist als Luft, so genügt schon eine Wassersäule von 32 Fuss oder rund 30 Fuss oder 10 Metern, um einen eben so starken Druck auszuüben, wie die ganze Höhe der Atmosphäre; d. h. wenn sich etwas oder Jemand am Grunde eines 3 Meter tiefen Wassers oder unmittelbar unter einer (von oben gerechnet) 3 Meter mächtigen Wasserschicht eines beliebig tiefen Gewässers befindet, so erhält dieser Gegenstand oder dieser Mensch vermöge des Wassergewichtes und vermöge der allseitigen Fortpflanzung des Druckes auf jeden Quadratdecimeter einen Druck von 100 Kilogramm. Da nun über dem Wasser noch die ganze Atmosphäre liegt, welche auf das Wasser drückt, so empfängt unser untergetauchtes Object in der vorausgesetzten Tiefe von nur 10 Metern von aussen her einen Druck von zweimal 100 Kilogramm, oder was dasselbe ist, von zwei Atmosphären.

Ist dieses Object ein Mensch oder ein luftathmendes Thier, so hat seine innere Luft, die es von oben mitgenommen, nur die Druckkraft von Einer Atmosphäre; es drückt also in ihm von innen

heraus weniger als von aussen hinein, und es besteht die Gefahr, dass das stärker drückende Wasser in ihn eindringe, aus den Körperhöhlen die innere Luft verdränge, die dann in Gestalt von Blasen durch das Wasser aufsteigen würde.

Der Mensch kann dem einigermassen entgegenwirken durch Muskelbewegungen, die seine innere Luft auf ein kleineres Volumen zusammendrängen, ohne dass etwas davon heraustritt, und diese dann mehr gepresste innere Luft ist wieder im Stande, dem verstärkten äusseren Druck das Gegengewicht zu halten, so dass in den Körper kein Wasser eindringt und das Wesen nicht zu ersticken braucht. Bei der Tiefe von 10 Metern geht das aber schon sehr schwer, und es geht nur nach vieler Vorübung, wie sie Freitaucher sich nach und nach erwerben. In grösseren Tiefen gelingt es dem Menschen mit seinem natürlichen Muskel-Apparat nicht mehr, die Luft wird ihm durch den Wasserdruck ausgepresst, Wasser dringt ein, er erstickt.

Fische und Wassersäugethiere haben innere Luft-Apparate, die es ihnen möglich machen, auch grössere Tiefen ohne Schaden aufzusuchen. Die meisten Seethiere aber haben gar keine Lufträume in ihrem Innern, sie athmen Wasser, und alle Höhlungen ihres Körpers sind mit Wasser oder wässerigen Flüssigkeiten gefüllt. Bei diesen besteht also keine Gefahr, dass sie im Wasser ersticken könnten; es verhält sich bei ihnen so, wie bei uns an der Luft;

ein und dasselbe Medium (nämlich bei uns Luft, bei den Wasserathmern Wasser), befindet sich aussen und innen, und zwar mit dem gleichen Druck; die Körperwandungen werden allerseits von aussen her gerade so stark wie nach allen Seiten hin von innen heraus gedrückt, und daher wird der Körper nicht eingedrückt.

Dieser allseitige Druck ist in tieferen Wasserschichten ganz ungeheuer. Wenn, wie wir wissen, in der Tiefe von 10 Metern der Wasserdruck Eine Atmosphäre beträgt, so beträgt er in 1000 Metern Tiefe schon 100 Atmosphären oder 100 Meter-Centner oder 200 alte Zoll-Centner auf einen einzigen Quadrat-Decimeter, und in der Tiefe von 24.000 Fuss oder 8000 Metern, die bekanntlich im Ocean öfter vorkommt, macht dieser Druck 800 Meter-Centner (160.000 Zollpfunde) aus — einen Druck, der weit stärker ist als der stärkste, den man heutzutage künstlich durch hydraulische Pressen hervorbringen kann. Die gewöhnlichen hydraulischen Pressen gehen bis auf 200, höchstens 300 Atmosphären, und nur in neuester Zeit hat man einen Druck von 500 Atmosphären hervorgebracht, um aus gewissen mineralischen Niederschlägen künstliche Edelsteinmassen zu erzeugen.

Wenn nun auch durch den allseitigen Druck verhindert wird, dass Körper, die innen mit Wasser ganz gefüllt und deren Füllung mit dem äusseren Wasser in continuirlicher Verbindung ist, durch den

Druck des Wassers in was immer für Tiefen eingedrückt oder plattgedrückt werden, kann doch noch folgender Zweifel bestehen: die Körperwände, die Gewebe, aus denen diese bestehen, die Zellwände selbst, werden von aussen und von innen gedrückt, und so wie ein Stück Metall, wenn es z. B. zwischen zwei Walzen durchgezogen wird, sich zu Blech auswalzt, oder wie ein Stück einer Eischale, von beiden Seiten gepresst, in Stäubchen zerbröckelt, können ja, wie man glauben sollte, auch die Leibes- und Zellwände der Thiere zerpresst werden? Aus diesem Grunde hat man lange Zeit angenommen, dass in grösseren Tiefen gar keine lebenden Organismen existiren können, weil ja die Membranen ihres Körpers dem Zerdrücktwerden von beiden Seiten nicht widerstehen würden.

Die neueren Tiefsee-Forschungen aber haben ergeben, dass in allen bisher erreichten Tiefen, also selbst in der Tiefe von 24.000 Fuss oder 8000 Metern immer noch Thiere mit normalen Körperwänden leben; jener Schluss muss also falsch sein, und er ist es auch, wovon man sich durch einen Versuch in einer hydraulischen Presse überzeugen kann.

Wenn man eine mit Wasser gefüllte Fisch- oder Rindsblase, ein ausgeblasenes, aber mit Wasser gefülltes, oder an einer Stelle offenes Ei u. s. w. im Wasser der hydraulischen Presse einem noch so hohen Wasserdrucke aussetzt, so bleiben Membranen und Schalen vollkommen unversehrt, wovon ich mich

erst vor wenigen Tagen durch einen eigens hiefür angestellten Versuch überzeugt habe. Der Grund liegt darin, dass der Druck im Wasser kein nur zweiseitiger ist, wie zwischen den Walzen einer Blechwalze, wobei immer noch von den zwei anderen Dimensionen her kein Gegendruck stattfindet, sondern dass eben von allen Dimensionen, ja von unendlich vielen radialen Richtungen her und nach eben so vielen Richtungen hin derselbe Druck stattfindet; und dieser Druck hat eben die Wirkung, dass die Theilchen nirgendhin ausweichen, also auch nicht sich trennen oder auseinanderfallen können.

So erklärt sich die übrigens jetzt zweifellose Thatsache, die auch dann bestände, wenn sie nicht erklärt wäre — nämlich dass lebende Wesen in allen bisher beobachteten Tiefen des Meeres sich aufhalten.

Meeres-Temperatur und davon abhängige Regionen der Organismen-Vertheilung.

Wir kommen nun auf einen Factor zu sprechen, der für alle organischen Wesen sowohl am Festlande und in der Luft, als im Wasser, eine besonders grosse und bereits genau nachgewiesene Wichtigkeit hat, nämlich auf die Temperatur.

Das Wasser, ob süss oder salzig, hat eine grössere Wärme-Capacität als der feste Boden, d. h. wenn Sonnenschein oder warmer Wind oder irgend eine künstliche Wärmequelle auf gleich grosse Schichten von Wasser und von Festboden wirkt, so

dauert es beim Wasser länger als beim Festboden, bis eine messbare Erwärmung desselben stattfindet; die Erwärmung erreicht auch im Wasser keinen so hohen Grad wie im Boden und sie dringt weniger tief ein. Dasselbe gilt aber auch von der Wärmeabgabe aus dem Wasser, also nach einer Abkühlung; wenn z. B. nächtliche Ausstrahlung oder kalter Wind auf Wasser und Festboden zugleich wirken, verzögert und vermindert sich ebenfalls die Wirkung im Wasser mehr als im Festboden.

Ehe wir nun die Consequenzen weiter verfolgen, die aus diesem Verhalten des Wassers gegen die Temperatur-Einflüsse hervorgehen, müssen wir noch kurz die Art und Weise betrachten, in welcher überhaupt unsere Erde und deren Lufthülle erwärmt und abgekühlt wird. Bekanntlich ist die Luft für Sonnenstrahlen diatherman, d. h. sie lässt Sonnenstrahlen hindurchgehen, ohne sich selbst dabei wesentlich zu erwärmen. Die Sonnenstrahlen treffen also die Erdoberfläche, die obersten Boden- oder Wasserschichten, und erst diese sind mehr oder weniger erwärmungsfähig. So wenig empfänglich nun die Luft für direct strahlende Wärme ist, so ist sie doch empfänglich für Erwärmung durch Berührung mit schon erwärmten Körpern und durch Weiterleitung. Ist also irgendwo der Boden durch die Sonne erwärmt, so erwärmt sich auch zunächst die am Boden lagernde Luft und theilt die Wärme weiteren Luftschichten mit; auch steigt die stärker erwärmte Luft auf, kältere senkt sich dagegen

zu Boden und wird so wie die frühere dort erwärmt u. s. w. Die Luft erhält also ihre Wärme nicht von oben her unmittelbar durch die Sonne, sondern von unten her durch den Boden und kann also nie heisser — ja sie muss vielmehr kühler — sein als der Boden, von dem sie ja erst durch theilweise Ueberlassung seiner Wärme erwärmt wird.

Wenn nun, wie vorher gesagt, eine Wasserfläche weniger durch die Sonne erwärmt wird, als eine feste Bodenfläche, so folgt daraus, dass die Luft über dem Wasser nie so warm werden kann, wie über dem Festboden. Wo also festes Land liegt, dort wird auch die Luft durch Berührung mit dem Festboden rascher und mehr erwärmt als dort, wo die Erdoberfläche von Wasser eingenommen ist.

Stellen wir uns ein Meeresbecken neben dem angrenzenden Festlande vor; es hätten beide am Morgen die Temperatur von 10 Grad und werden nun beide zugleich von der Sonne beschienen, so wird nach einer bestimmten Zeit, z. B. nach 6 Stunden, der Festboden an der Oberfläche etwa auf 25 Grad Celsius, also um 15 Grad höher erwärmt sein als früher; die Wasser-Oberfläche hingegen wird sich etwa um 2 Grad erwärmt, also eine Temperatur von nur 12 Grad erlangt haben. Auch wird die Erwärmung im Festboden tiefer eindringen, als im Wasser; man wird z. B. im Boden noch bei $^1/_2$ Meter Tiefe deutlich erkennen, dass die Sonne erwärmend gewirkt hat — im Wasser hingegen wird man bei derselben Tiefe nach blos

sechsstündigem Sonnenschein kaum noch eine messbare Erwärmung finden. So rasche Sprünge, wie an der Bodenoberfläche und in der Luft, finden also im Wasser selbst in den oberen Schichten nicht statt. Selbstverständlich wird nun auch die Luft, die über dem Festboden lagert, rascher und höher sich erwärmen, als jene über der Wasseroberfläche; die über dem Wasser befindliche Luft kann also im ruhig lagernden Zustande dem Wasser keine Wärme mittheilen, weil sie ja selbst erst vom Wasser durch Mittheilung erwärmt werden soll. Nur vom erwärmten Lande oder von entfernten wärmeren Meerestheilen her kommende wärmere Luft kann unter Umständen die Oberfläche des Wassers mehr als die Sonne erwärmen; im Allgemeinen ist es doch nur die directe Besonnung, welche grösseren Wasserflächen Erwärmung bringt.

Wenn nun umgekehrt die nächtliche Ausstrahlung eintritt, so geht auch diese am Lande rascher und intensiver vor sich, als im Wasser, und daher ist der Festboden in später Nacht oder am frühesten Morgen um mehr erkaltet als das Wasser; das letztere hat noch einen grösseren Rest von der vortägigen Erwärmung behalten als der Festboden.

Die Abkühlung des Wassers wird aber noch mehr verlangsamt dadurch, dass die erkalteten Wassertheilchen der Oberfläche schwerer werden, und dass sie, sobald sie kälter geworden sind als die unter hnen liegenden, untersinken, während die unten

liegenden wärmeren aufsteigen. Es kommen also bei der Abkühlung des Wassers zwei Umstände zusammen, welche machen, dass dieselbe langsamer und weniger intensiv wird: erstens das geringere Ausstrahlungs-Vermögen des Wassers und zweitens das Aufsteigen wärmerer Wasserschichten, während die erkalteten vor noch weiterer Oberflächen-Abkühlung durch das Untersinken bewahrt werden.

Bei trübem Himmel, wo weder die Insolation bei Tag noch die Ausstrahlung bei Nacht bedeutend ist, sind auch die Unterschiede zwischen Festboden und Wasser geringer. Nur ist zu bemerken, dass erst eine gewisse Trägheit überwunden werden muss, ehe die Wassertheilchen ihre Schichtung wechseln, dass also eine ganz kleine Abkühlung hiezu nicht genügt. Beim Meerwasser müssen wir uns überdies erinnern — worüber schon bei „Salzgehalt" gesprochen wurde — dass das Gewicht nicht nur von der Temperatur, sondern auch vom Salzgehalte abhängt, dass also auch kältere Schichten über wärmeren verbleiben können, wenn bei ersteren die Gewichtserhöhung, die sie durch die Erkaltung erfahren haben, andererseits wieder aufgehoben wird durch Verminderung des Salzgehaltes, und ebenso auch umgekehrt.

Es erklären sich daraus Fälle, wie derjenige, den die folgende Zeichnung (Fig. 8) darstellt, nämlich: Oben wärmeres, dann kälteres, dann wieder wärmeres und endlich darunter kälteres Wasser ohne weitere Wiederholung wärmerer Schichten.

Wir nehmen an, es sei Frühling. Ursprünglich war die ganze Wassermenge auf 9·5 Grad Celsius abgekühlt; dann kam eine längere Reihe von warmen Tagen, welche bis auf 1 Meter tief das Wasser auf 11 Grad Celsius erwärmten. Darauf folgten einige wenige Tage mit Kälte, die aber wegen kürzerer Dauer nur bis 5 Decimeter hinunter eine Wirkung übte und daher die über 5 Decimeter liegenden Wasserschichten wieder von 11 auf 10 Grad abkühlten. Am Tage der Beobachtung

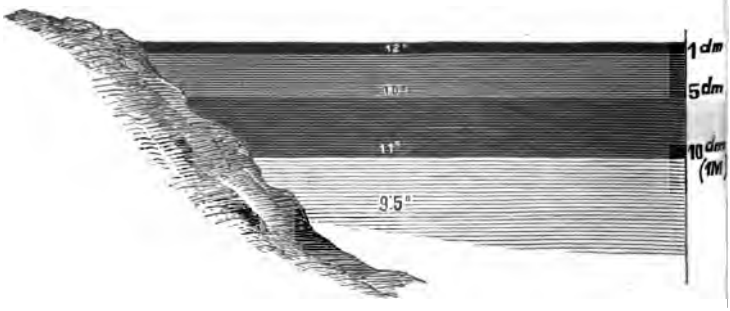

Fig. 8.

selbst endlich ist es wieder sonnig und warm, und dadurch ist eine oberste ganz dünne Schicht von nur 1 Decimeter wieder um 2 Grad erwärmt, folglich auf 12 Grad gekommen.

Im Allgemeinen aber bringt die Eigenschaft des Wassers, sich bei Erkaltung zusammenzuziehen und schwerer zu werden, bei Erwärmung hingegen sich auszudehnen und leichter zu werden, die Wirkung hervor, dass auch im Meere oben wärmeres, unten kälteres Wasser zu liegen pflegt.

Nach dem bisher Gesagten wird es nun leicht sein, das Folgende über die Vertheilung der Meeres-Temperaturen in verschiedenen Tiefen nach kürzeren und längeren Zeiträumen, Jahreszeiten und nach Jahresmitteln zu verstehen. Die langsame Erwärmung und Abkühlung des Wassers bringt es mit sich, dass es nur eine dünne obere Wasserschicht gibt, in der sich schon die Temperatur-Verhältnisse eines einzigen Tages, vielleicht schon einiger Stunden

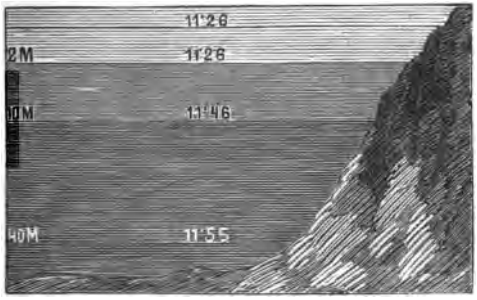

Fig. 9.
Winter.
Wenig Unterschied zwischen Oberfläche und Grund, unten etwas wärmer als oben.

geltend machen, wo also mehrstündiger Sonnenschein eine Erwärmung, eine einzige heitere Nacht oder ein Boratag eine leicht messbare Erkaltung hervorbringt.

Dann kommt eine Schicht, in der erst nach mehrtägiger — sagen wir nach einwöchentlicher — Andauer eines gewissen äusseren Temperatur-Einflusses eine messbare Wirkung hervorgebracht wird. Weiter folgen Schichten, in denen hiezu ein Monat,

andere, in denen ein Vierteljahr hiezu erforderlich ist, wo also z. B. erst am Ende der drei Sommer-

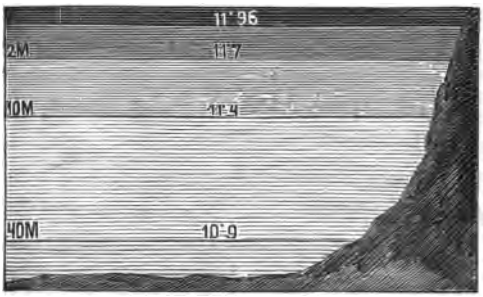

Fig. 10.
Frühling.
Oben beginnt Erwärmung, am Grunde ist es kälter, als es im Winter war.

monate etwas davon verspürt wird, dass drei warme Monate eingewirkt haben; — und endlich kommen

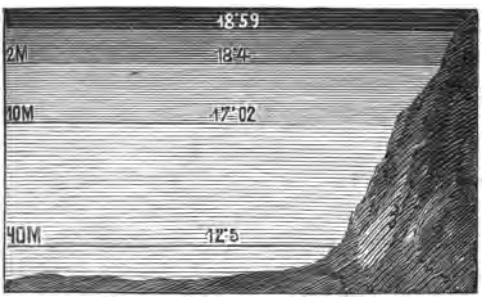

Fig. 11.
Sommer.
Allgemeine Temperatur-Zunahme, am wenigsten oben, die untersten Schichten die kältesten.

Schichten, an denen der ganze Temperaturwechsel aller Jahreszeiten spurlos vorübergeht,

also eine ganz constante Temperatur jahraus jahrein herrscht. Ist ein Meerestheil so seicht, dass seine unteren Wasserschichten nicht in die Region der unveränderlichen Temperatur fallen, so lässt sich jene Temperatur-Vertheilung etwa durch ein Schema wie die Figuren 9, 10, 11, 12 versinnlichen.

Hier unterliegen also alle Schichten bis zum Grunde noch den Temperatur-Aenderungen nach

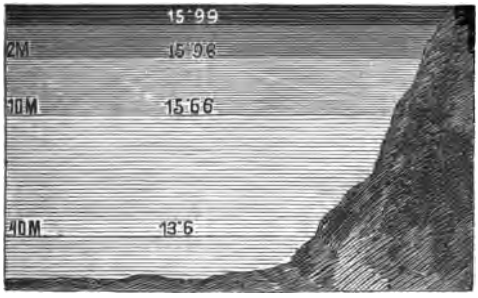

Fig. 12.
Herbst.
Oben schon Temperatur-Abnahme, untere Schichten zwar kälter als die oberen, aber wärmer als im Sommer.

Monaten oder doch Jahreszeiten; nur vermindert und verspätet sich die Temperatur-Wirkung mit der Tiefe immer mehr.

Diese Verspätung und Abschwächung mag noch durch ein Diagramm (Fig. 13) erläutert werden. Die Curven stellen den Gang der Meeres-Temperatur in immer tieferen und tieferen Schichten schematisch dar. Die oberste Curve bezieht sich auf die Oberflächenschicht des Meerwassers in einer Gegend, wo

das Minimum in den Januar mit 6 Grad Celsius, und das Maximum auf den Juli mit 18 Grad Celsius fällt. Wenn wir nun in demselben Meeresgebiete weiter in die Tiefe gehen, so finden wir eine Schicht, in der, wie die zweite Curve sagt, das Minimum erst gegen den Februar hin, das Maximum gegen August hin fällt u. s. w., bis endlich eine Schicht kommt, in der

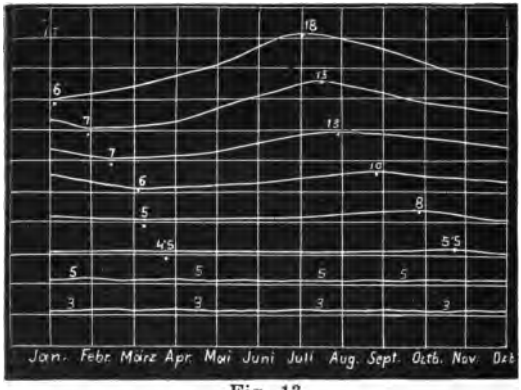

Fig. 13.

gar keine Hebung und Senkung der Curve mehr stattfindet, d. h. wo ewig die gleiche Temperatur herrscht.

Ist nun das Meer so tief, dass seine unteren Schichten vom Wechsel der Tage, Monate, Jahreszeiten und ganzen Jahrgänge nicht mehr beeinflusst werden, so gilt der vorerst dargestellte Wechsel nur von den oberen Schichten bis zu mehreren hundert Metern unter der Oberfläche; alles was tiefer liegt, ist unveränderliches Grundwasser. Welche Temperatur

hat nun dieses Tiefenwasser? Ueber diese Frage hat man sich noch bis vor Kurzem verschiedenen Hypothesen hingegeben. Zuerst glaubte man, weil Süsswasser bei + 4 Grad Celsius am dichtesten und schwersten ist und daher die tiefsten Stellen der Süsswasser-Seen einnimmt, es werde wohl auch mit dem Meerwasser so sein und man müsste also in den grössten Tiefen beiläufig eine Temperatur von 4 Grad Celsius finden. Als aber wirkliche Temperatur-Messungen zeigten, dass im Atlantischen und Stillen Ocean ebenso wie in den Polarmeeren Temperaturen von nur 1 Grad Celsius, von 0 Grad, ja selbst unter 0 Grad Celsius, also unter dem Gefrierpunkt des Süsswassers, vorkommen, forschte man den Dichtigkeits-Verhältnissen des Meerwassers weiter nach und fand, dass dieses sich ganz anders verhält als Süsswasser. Meerwasser wird stetig dichter, je kälter es wird, es friert auch nicht bei 0 Grad Celsius, sondern in bewegtem Zustande erst bei 2·55 Grad Celsius, in ruhigem Zustande gar erst bei 3·17 Grad Celsius unter Null.

So erklärt es sich also, dass am tiefen Meeresgrunde so niedrige Temperaturen vorkommen können, und alsbald hat man auch voreilig die Annahme gemacht, dass in allen tiefen Meeren am Grunde sehr niedrige Temperaturen herrschen müssen.

Das ist nun auch wieder nicht richtig. Der Grad der constanten Tiefen-Temperaturen hängt nämlich von mehreren Umständen ab und ist daher

in verschiedenen Meeren oder selbst Meerestheilen sehr verschieden; die Tiefen-Temperatur beträgt z. B. in dem einen Meere 12 Grad Celsius, in einem anderen bei gleicher Tiefe fast 0 Grad Celsius. Der Hauptunterschied beruht darauf, ob das Meer eine ununterbrochene Tiefenverbindung mit einem Polarmeere hat oder nicht.

Im Atlantischen Ocean z. B. zieht sich von der Gegend der Insel Tristan d'Acunha über Ascension von Süd nach Nord, dann von da gegen Saint Pauls Rocks nach Nordwest bis gegenüber Guyana, und dann weiter von hier gegen die Azoren hin ein untermeerischer Rücken, der das ganze süd- und mittelatlantische Becken in einen südlich-westlichen und einen östlich-nördlichen Theil scheidet. In dem ersteren beträgt die constante Tiefen-Temperatur nur 0·28 Grad Celsius, also fast Null — in allen Partien des anderen Theiles aber gegen 2 Grad Celsius (genauer 1·68 Grad Celsius) in gleicher Tiefe. Der Grund dieser Verschiedenheit liegt darin, dass der südlich-westliche Theil eine ununterbrochene, am Grunde hinlaufende Verbindung mit dem südlichen Polarmeere hat, dessen kalte Gewässer sich in dieser Grundrinne soweit senken, bis diese letztere durch einen Querriegel abgeschlossen ist, nämlich bis unter die tropischen Breiten zwischen Guyana und Guinea.

Den untermeerischen Rücken von Tristan-Ascension-St. Paul aber kann dieser kalte Grund-

strom nicht überschreiten und darum geht er nur bis an die westlichen und südlichen Abhänge jenes Rückens, der Amerika zugekehrt ist. In den anderen Theilen des Atlantischen Oceans, sowohl längs der afrikanischen Küste als gegen Mittelamerika und gegen die Azoren hin, befindet sich am Grunde nur solches Wasser, das von der Gegend des nördlichen Polarkreises herrührt; dieses Wasser ist schon an und für sich etwas weniger kalt (indem bekanntlich der Golfstrom diese Gewässer bis weit nach Norden einigermassen erwärmt oder ihre Abkühlung vermindert) — und es gibt da auch keine so tief gehende continuirliche Verbindung mit den Polargewässern wie im südatlantischen Ocean. So erklärt man den Unterschied in dem Grade der Tiefen-Temperaturen in verschiedenen Sectionen eines und desselben Hauptmeeres.

Gehen wir nun vom Atlantischen Ocean in das mit demselben zusammenhängende Mittelmeer (man vergleiche hiezu die Figur 14), so finden wir wieder ganz andere Verhältnisse. Zwischen beiden Meeren liegt die unterseeische Barrière bei Gibraltar, wo die Tiefe nur 200 bis 300 Meter beträgt.

Alles, was im Mittelmeere unter der Tiefenschicht von 300 Metern vor sich geht, ist also unabhängig von den Vorgängen im atlantischen Meere, und so gestaltet sich auch die constante Tiefen-Temperatur des Mittelmeeres ganz autonom. Sie beträgt die unerwartet hohe Ziffer von fast +13 Grad Celsius. Woher kommt nun gerade dieser Temperaturgrad?

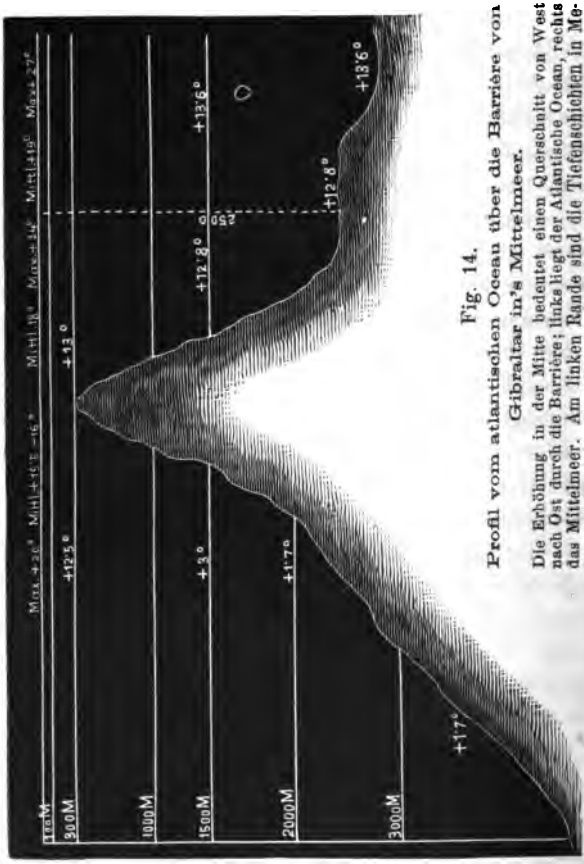

Fig. 14.
Profil vom atlantischen Ocean über die Barrière von Gibraltar in's Mittelmeer.

Die Erhöhung in der Mitte bedeutet einen Querschnitt von West nach Ost durch die Barrière; links liegt der Atlantische Ocean, rechts das Mittelmeer. Am linken Rande sind die Tiefenschichten in Metern, weiter einwärts die Mittel-Temperaturen derselben angegeben.

Seitliche Verbindungen, die kaltes Wasser unter die warmen Oberschichten gleichsam hineinschieben könnten, wie im Atlantischen Ocean, fehlen

hier; die Tiefen-Temperatur kann also nur bestimmt werden durch jene Temperatur, welche von den schwersten, im Mittelmeere selbst von oben in die Tiefe sinkenden, Wassertheilchen mitgebracht wird. Die schwersten sind aber keine anderen, als die kältesten. Da nun die winterliche Abkühlung in dem warmen mediterranen Becken keine niedrigere Mittel-Temperatur als circa +13 Grad Celsius in der Gesammtmasse der veränderlichen oberen Wasserschichten hervorbringt, kann sich kein kälteres Wasser als solches von eben dieser Temperatur in der Tiefe angesammelt haben.

Aehnlich hat man es in anderen mehr abgeschlossenen Meeresbecken gefunden, und die Regel ist also: dass in solchen Becken, wenn sie überhaupt tief genug sind, um eine Unterschicht von constanter Temperatur zu besitzen, diese constante Temperatur gleich ist der durchschnittlichen niedrigsten Winter-Temperatur ihres Oberflächenwassers. Nur ganz locale Umstände, wie z. B. diejenigen, welche ich früher bezüglich des Einflusses kalter Süsswässer erwähnte, machen Ausnahmen.

Wenn wir nun bedenken, dass die extremsten Oberflächen-Temperaturen in den wärmsten Meeren 32° Celsius, in den kältesten —3° Celsius (Differenz 35°), die constanten Grund-Temperaturen in offenen Meeren zwischen +2° und 0° Celsius betragen, dass in einigen Meeren grosse, in anderen nur geringe Differenzen nach Jahreszeiten vorkommen, so

muss sich uns von selbst der Gedanke aufdrängen, dass das Pflanzen- und Thierleben in den oberen Meeresschichten von veränderlicher Temperatur sehr mannigfaltig, sehr wechselnd von einem Meer zum anderen sein müsse, wie ja auch am Festlande sich die Flora und Fauna nach Temperatur-Zonen gliedern. Das ist nun auch im Meere wirklich der Fall; man unterscheidet — wie wir bereits oben Seite 335 angedeutet — auch für die Pflanzen- und Thierwelt des Meeres grössere und kleinere Gebiete, die man Reiche, Provinzen, Bezirke u. s. w. nennt, und die wenigstens grossentheils — allerdings nicht ausschliesslich — von der Temperatur-Vertheilung bestimmt sind. So z. B., wenn wir nur an den Küsten Europas bleiben, unterscheidet man da eine arktische, eine boreale, eine baltische, eine keltische, eine lusitanische und eine mediterrane Provinz des Thierlebens. Diese Gebiete oder Provinzen beziehen sich auf die horizontale Vertheilung der Meeres-Organismen nach geographischer Länge und Breite und nach dem damit verbundenen Klima. Aber innerhalb jeder dieser Provinzen lassen sich — was ebenfalls schon früher berührt — wieder Abstufungen oder Regionen nach der Tiefe unterscheiden, wie die Höhenregionen unserer Landpflanzen und Landthiere.

Wenn wir nun einen vergleichenden Blick werfen wollen auf die Temperatur-Einflüsse, denen in verschiedenen Tiefenregionen die marinen Organismen gegenüber den terrestren ausgesetzt sind, so

muss vor Allem hervorgehoben werden, dass im Meere die verticalen Regionen weit engere Grenzen haben als an der Luft. Im Luft-Ocean müssen wir um wenigstens 600 bis 700 Fuss (330 Meter) höher steigen, um die Jahres-Mitteltemperatur um 1 Grad Celsius fallen zu sehen; und erst in einer absoluten Höhe von mehr als 1 Meile oder 8 bis 10 Kilometer hat die Luft Sommer und Winter ununterschieden eine und dieselbe Temperatur. Im Meere hingegen brauchen wir in den oberen veränderlichen Schichten nur um wenige Meter hinabzusteigen, um ein Jahresmittel zu finden, das um 1 Grad Celsius niedriger ist, und schon bei höchstens 1500 Metern Tiefe (in einigen Meeren schon bei 300 Metern) haben wir die Region der constanten Temperatur erreicht, die sich dann selbstverständlich nicht weiter untertheilen lässt. So wie die Temperatur-Abstufungen sind auch die Abstufungen der Regionen mariner Pflanzen und Thiere, besonders in den oberen Schichten, weniger mächtig. Während wir am Festlande wenigstens um 600 bis 800 Fuss, in den mittleren und höheren Regionen aber meist um 1500 bis 2500 Fuss höher steigen müssen, um einen wesentlich anderen Charakter der Flora und Fauna zu finden (vgl. Seite 334), genügen in den oberen Meeresschichten schon Tiefen-Unterschiede von weit geringerer Ausdehnung, von wenigen Fuss oder Metern, um der Vegetation, sowie der Fauna einen anderen Charakter zu verleihen. So unterscheidet man in

allen Meeren eine sogenannte Litoral-Region, die nur einige Fuss bis höchstens etwa 2 Meter mächtig ist; unter dieser ändert sich der Charakter der Organismen und es folgt eine Meeresschicht von nur wenigen, etwa 16 bis 20 Metern mit einer anderen Zusammensetzung der Vegetation und Fauna; dann kommt eine wieder etwas mächtigere Schicht oder Region von etwa 30 bis 40 Metern und so weiter, bis endlich an der Grenze der unveränderlichen Temperatur in einer Tiefe von nur 500 bis 1500 Metern auch die unveränderliche Fauna anfängt, die für alle offenen Meere so ziemlich dieselbe ist. Die Seepflanzen haben in dieser Tiefe schon längst aufgehört und unter den Seethieren sind es nur einige Fischgattungen, dann Holothurien, Seesterne, See-Igel und Polypen, welche dort hausen, dagegen fast gar keine Krebse und Krabben, keine Muschelthiere und Seeschnecken. Die Fauna der Meerestiefen ist also arm wie diejenige der hohen Bergregionen; sie besteht aber nicht etwa aus kleinen zwergigen Gestalten, sondern vorwiegend aus ungewöhnlich grossen Formen, worunter merkwürdigerweise auch mehrere Arten, die nur mit versteinerten Formen näher verwandt sind und die man lange für ausgestorben hielt — wie z. B. die Liliensterne oder Encrinus-Arten — bis erst die neueren Tiefseeforschungen sie an den Tag gebracht haben.

Dass aber hauptsächlich von der Temperatur die Vertheilung der Thiere nach Tiefenregionen und

insbesondere die Fauna der tiefsten Tiefen abhängt, dafür spricht auch der Umstand, dass die Thiere der grossen Tiefen zugleich sehr vorwiegend solche sind, die man in Polarmeeren schon in viel geringeren Tiefen findet, weil eben da schon in geringeren Tiefen jene niedrigen Temperaturen herrschen, die in wärmeren Zonen erst in grossen Tiefen zu finden sind.

Die Wärme hat also auch im Meere eine bestimmende Wirkung auf die horizontale und verticale Vertheilung der Organismen.

Licht.

Von dem dominirenden Einfluss der Wärme gehen wir nun über auf die weit weniger wichtigen Wirkungen des Lichtes. Für Landpflanzen und Landthiere zwar ist das Licht ein einflussreicher Factor ihres Gedeihens, ja theilweise sogar ihrer Existenz; aber bei den maritimen Organismen spielt das Licht keine so wichtige Rolle.

Ungeschwächtes Tageslicht erhalten nur die obersten Wasserschichten bis zur Tiefe von 2 bis 4 Metern je nach der Reinheit des Wassers; die tieferen Schichten empfangen immer mehr und mehr abgeschwächtes Licht und nach verschiedenen Beobachtungen und Berechnungen kann man annehmen, dass schon in der Tiefe von 40 bis 60 Metern nur mehr eine fahle gelblichgraue Dämmerung herrscht, und bei 60 bis 80 Metern schon aller Unterschied von Tag

und Nacht aufhört. Trotzdem entfaltet sich in diesen Tiefen und noch viel weiter nach unten ein sehr reiches und normales Thierleben, wobei es auch an Augen nicht fehlt. Ob diese Augen die Bestimmung haben, in Ermanglung von Sonnen- und Mondbeleuchtung bei jenem Licht zu sehen, welches durch das bekannte Phosphoresciren oder Selbstleuchten des Meeres hervorgebracht wird, ist noch unentschieden, und lässt sich heute umsoweniger schon entscheiden, da wir nicht bestimmt wissen, ob das Phosphoresciren auch in grossen Tiefen stattfindet. Dieses Selbstleuchten wird nämlich theils durch die in Zersetzung begriffenen Theilchen abgestorbener Seethiere, theils durch Schaaren lebender Organismen hervorgebracht, ist aber direct eben nur in den oberen Wasserschichten beobachtet worden.

Die erste Art des Leuchtens, von Zersetzungs-Fragmenten herrührend, stellt sich meistens nur dann ein, wenn das Wasser bewegt wird, also bei Wellenschlag, bei Ruderschlägen, im Kielwasser, in der nächsten Nähe schwimmender grösserer Seethiere u. s. w. Da aber in grösserer Tiefe alle Wellenbewegung aufhört, fällt für diese Art des Leuchtens eine der gewöhnlichsten Anregungen in grösseren Tiefen weg und bleibt nur noch die Anregung zum Phosphoresciren durch die Bewegungen der Thiere selbst übrig.

Uebrigens ist es noch fraglich, ob in grossen Tiefen unter dem ungeheueren Wasserdruck die Zersetzung

der Organismen in derselben Weise, mit denselben Zwischenstadien und denselben chemischen Uebergangs-Verbindungen stattfindet, wie in den uns bekannteren höheren Schichten, ob also dort auch leuchtende Zersetzungs-Partikelchen in derselben Weise vorkommen.

Was die zweite Art des Leuchtens, aus den Körpern lebender Organismen, betrifft, die theils ganz gross, wie die Pyrosomen oder Feuerwalzen, theils mikroskopisch klein sind und nur durch ihre massenhafte Anhäufung stellenweise und zeitweise ein starkes Aufleuchten bewirken, so hat man in grossen Tiefen zwar einige Thierformen, besonders Fische, mit Leucht-Organen gefunden, dagegen fehlen daselbst die meisten der massenhaft in höheren Schichten auftretenden Leuchtthierchen. Es bleibt also bisher noch zweifelhaft, ob auch in grossen Tiefen für ein solches Beleuchtungs-Surrogat ausgiebig gesorgt ist; und nur der Umstand, dass man an mehreren Tiefseebewohnern vollkommen normal gebildete Augen gefunden hat, legt uns die Vermuthung nahe, dass derlei Lichtwirkungen bestehen.

Bewegungszustände des Meeres.

Es ist bisher nur von solchen Eigenschaften des Meeres gesprochen worden, bei denen man sich das Wasser ebenso ruhig wie bewegt denken kann; nun aber gelangen wir zu den Bewegungszuständen des Meeres.

Im Meere wie in Süsswässern gibt es zwei Hauptgruppen von Bewegungen: erstens solche, bei denen sich Theile der Wassermasse nur heben und senken, ohne dass sie in horizontaler Richtung von einem Ort zum anderen übertragen werden; diese auf- und abgehende Bewegung ist der Wellenschlag.

Die zweite Gruppe von Bewegungen umfasst die Strömungen, durch welche grössere oder kleinere Massen oder Stränge von Wasser aus einer Gegend in eine andere geführt werden.

Wir wollen uns demnächst mit der Wellenbewegung beschäftigen. Dass diese ursprünglich in der Regel durch den Wind bewirkt wird, welcher beim schiefen Stoss auf die Wasserfläche Theile der Wassermasse beiseite schiebt und gleichsam anhäuft, die dann wieder in die zwischen ihnen entstandene Vertiefung zurückfallen u. s. w. ist bekannt; aber gewöhnlich macht man sich von der Höhe der Wogen und von ihrer Wirkung in die Tiefe übertriebene Vorstellungen. Man muss da einfache Wellen und gethürmte Wellen unterscheiden.

Einfache Wellen, die durch den Stoss des Windes allein hervorgebracht werden, sind nicht höher als 12 bis 20 Fuss; d. h. die Kämme der Wellen liegen 12 bis 20 Fuss höher als die tiefsten Punkte der Wellenthäler, und schwimmende Gegenstände, Schiffe u. s. w. müssen also bei solchem Wellenschlag 12 bis 20 Fuss auf- und absteigen.

Wenn aber eine Welle langsamer sich hebt und senkt, als eine zweite, die hinter ihr kommt, so wird die erste von der zweiten eingeholt, die zweite schiebt sich gleichsam am Rücken der ersten hinauf und es entsteht eine gehäufte oder gethürmte Interferenz-Welle, die höher ist als eine einfache, und im Ocean bei schwerem Sturm wohl auch 25 bis 32 Fuss betragen kann. Im Gegensatze dazu geschieht es aber ebenso oft, dass ein Wellenberg und ein Wellenthal zusammentreffen, wobei eines das andere mehr oder weniger aufhebt, so dass dann nur eine sehr niedrige Interferenz-Welle zu Stande kommt.

Die Brandung entsteht bekanntlich durch das Anprallen der Wellen an Hindernisse, wobei die vorderen am Weiterschreiten gehindert, und ehe sie zusammengesunken sind, von einer oder mehreren anderen eingeholt werden, so dass ein hohes Aufthürmen bis zu 50 und selbst 80 Fuss stattfindet.

Welchen Einfluss haben nun die verschiedenen Wellenbewegungen auf das organische Vorkommen im Meere?

Alle schwimmenden, wenn auch noch so zarten Organismen werden einfach mit den Wassertheilchen gehoben und gesenkt; sie machen gleichsam einen Theil der bewegten Wassermasse selbst aus, haben die gleiche Richtung und Geschwindigkeit ihrer Bewegung und können also durch die Wellenbewegung in der Regel nicht geschädigt werden.

Nur wenn solche Körper von dem überstürzenden Kamm einer Woge in das Wellenthal hinabfallen, anstatt blos mit dem Wasser einzusinken, können sie beschädigt werden. Wenn aber die Wellen an feste Objecte ankommen, also eine Brandung bilden, dann werden auch die von ihnen mitgeführten Organismen mit angeschleudert und zerschellen an Klippen, Wänden u. s. w. Ist das Ufer strandartig flach und besteht es aus beweglichen Steinen, so werden diese von der Brandung fortwährend auf- und abgerollt, an einander gerieben, und es kann daher an solchen Steinen nie eine dauernde Vegetation oder irgend ein Seethier sich ansiedeln und entwickeln.

Der Einfluss der Wellen auf die Organismen der Gestade ist übrigens noch sehr verschieden je nach der Richtung, welche Ufer und Wellen zu einander haben. Laufen die Wellen parallel zu einer Uferwand, so waschen sie dieselbe nur ruhig ab, ohne einen Anprall zu verüben, und die Organismen, welche da angeheftet sind, erleiden keine heftigen Erschütterungen. Wenn dagegen die Wellen senkrecht auf die Richtung des Ufers heranstürmen, zertrümmern und zerquetschen sie leicht den Boden, sowie dasjenige, was an demselben haftet.

In wie verschiedenem Grade übrigens verschiedene Punkte oder Standorte einer und derselben Küste dem Wellenschlag ausgesetzt sein können,

mag an der folgenden Zeichnung (Fig. 15) erläutert werden. Wenn das Meer aus seiner ursprünglichen Ruhelage *m a* aufgerüttelt, über die Felsenblöcke von *a* bis *n* hinaufbrandet, so empfangen die Seiten *a* und *d* die vollen Stösse; über *b*, *e* und *h*, die in der Richtung des Wogenganges liegen, gleitet das Wasser mehr in strömender Bewegung hin; *c*, *f*, *g*, *i*, *k* sind durch die vor ihnen liegenden Steinmassen sehr geschützt und werden zwar abwechselnd über-

Fig. 15.

ronnen und entblösst, aber ohne gewaltsame mechanische Wirkungen.

Der Winkel, welchen die Wellenrichtung mit der Richtung des Ufers bildet, ist besonders wichtig für das organische Vorkommen in solchen Gegenden, wo stärkere Winde und Wellen immer nur aus derselben Richtung kommen, wie z. B. in der Passatzone, wo auf der nördlichen Halbkugel fast durchaus nur Nordostwinde, auf der südlichen Halbkugel nur Südostwinde wehen, so dass gewisse Küsten das

ganze Jahr eine anprallende Brandung haben, andere hingegen nie von einer solchen zu leiden haben. Wenn man die Gewalt der Brandung erwägt, sollte man glauben, dass es keine Organismen geben könne, welche Brandungsstellen vorziehen und sich mit Vorliebe an solchen ansiedeln; doch ist dieses der Fall. So gibt es z. B. in der Adria eine Art von Kalkalgen, dem Geschlecht *Lithophyllum* angehörig, — das man früher mit anderen verwandten Formen zu den Korallen rechnete und *Nullipora* nannte — die man immer nur dort findet, wo die heftigste Bora-Brandung an die steilen rauhen Klippen schlägt, an denen die Lithophyllen festsitzen. Unter den Thieren kommen besonders die See-Eicheln oder Balaniden häufig im Bereiche der heftigsten Brandung an Felsen geheftet vor.

Wir haben nun vom Wellenschlag noch seine Wirkung in die Tiefe zu betrachten. Auch über diese herrschen oft selbst unter der Küstenbevölkerung irrige Ansichten; man hört oft, dass bei heftigen Stürmen die Wellen allerlei Seepflanzen und Seethiere „vom tiefsten Grunde" losgerissen und an's Ufer geworfen hätten. Die mechanische Wirkung der Wellen, also ein Aufwühlen, Hin- und Herreissen u. s. w., erstreckt sich aber höchstens auf die doppelte Tiefe der Wellenhöhe; also dort, wo die Wellen im Ganzen 12 Fuss hoch sind, in die Tiefe von 24 Fuss; bei 20 Fuss hohen Wellen bis zu 40 Fuss; und da die allerhöchsten Wellen nur 32 Fuss erreichen, kann

von diesen aus höchstens 60 Fuss Tiefe (20 Meter) etwas losgerissen werden.

Berichte, die vom „Aufwühlen des tiefsten Grundes" sprechen, sind also übertrieben, sie sind aber sehr erklärlich und entschuldbar, weil immerhin ungewöhnlich hohe Wellen auch aus solchen tieferen Stellen, denen die gewöhnlichen Wellen nichts anhaben, Gegenstände losreissen, die in geringeren Tiefen nicht vorkommen, und daher seltener von den Uferbewohnern gesehen werden.

Strömungen.

Wir haben nun noch die strömenden Bewegungen des Meeres zu betrachten. Der Ursachen für das Bestehen von Strömungen gibt es im Meere verschiedene; lang dauernde Winde, die in einer und derselben Richtung wehen, drängen das Wasser nach derselben Richtung, häufen es gewissermassen dort an, wohin es gedrängt wird; und wenn dann der Wind aufgehört hat, strömt das Wasser wieder zurück in die ursprüngliche Gleichgewichtslage; oder Unterschiede der Temperatur oder im Salzgehalte oder in beiden bewirken derlei ausgleichende Bewegungen zwischen angrenzenden Partien des Meeres. Welche dieser möglichen Ursachen bei jeder einzelnen Strömung die Hauptrolle spiele, ist noch vielfach streitig; die modernste Ansicht (nach Carpenter) schreibt dem verschiedenen Salzgehalt die wichtigste Rolle zu; früher glaubte man Temperatur-Verschieden-

heit als Hauptursache annehmen zu sollen; manche Seefahrer sind heute wieder mehr geneigt, der Windrichtung grösseren Einfluss einzuräumen. Die Thatsache, die wir festhalten müssen, ist: dass grössere und kleinere Stränge bewegten Meerwassers zwischen, über oder auch unter den unbewegten ruhenden Wassermassen des Meeres als Strömungen auftreten. Längst bekannt ist der Golfstrom, der vom mexicanischen Golfe aus schief über den nordatlantischen Ocean gegen Irland und Norwegen sich bewegt und bis in das nördliche Eismeer hinein sich noch bemerklich macht; ein anderer Seestrom geht umgekehrt auf der amerikanischen Seite aus den hohen nördlichen Breiten nach Süden; an der pacifischen Küste führt eine Strömung kühleres Wasser aus der südlichen gemässigten Zone in die tropischen Breiten und bringt auch eine Abkühlung der Luft längs der chilenischen und peruanischen Küste hervor u. s. w. Alle neueren Geographien und Atlanten enthalten nähere Angaben über die Hauptströmungen des Meeres; ich kann mich daher hier kurz fassen und sogleich auf die Wirkungen übergehen, welche derlei Strömungen auf die Verbreitung der Organismen üben. Diese Wirkung ist theils eine mechanische, theils eine chemisch-physikalische. Die mechanische besteht selbstverständlich darin, dass Organismen, die nicht befähigt sind, gegen den Strom zu schwimmen, in der Richtung des Stromes mitgeführt werden und mit dem Strom in Gegenden gelangen, wohin sie sonst nicht gekommen

wären; in diesem Sinne wirken also Strömungen verbindend. Allein die Verbreitung der Organismen wird hiedurch allein nicht wesentlich alterirt; denn wenn die von der Strömung vertragenen Pflanzen oder Thiere oder Thierkeime und Thierlarven dort, wohin sie geführt wurden, nicht die entsprechenden Lebensbedingungen, besonders an Salzgehalt und Temperatur, finden, so gehen sie zu Grunde, pflanzen sich daselbst nicht fort, und es entstehen demnach durch Vermittlung der Strömung keine neuen dauernden Ansiedlungen. Es kommt also hauptsächlich auf die chemisch-physikalische Wirkung des Stromes an; wenn er z. B. eine höhere Temperatur oder einen höheren Salzgehalt oder beides in solche Meeresstrecken bringt, die sonst eine niedrigere Temperatur oder einen geringeren Salzgehalt hätten, oder wenn umgekehrt kälteres Meerwasser in wärmere Meerestheile geführt wird, so können durch eine solche Veränderung wesentlicher Lebensbedingungen auch die Charaktere der untermeerischen Vegetation und Fauna verändert werden, was man auch thatsächlich vielfach beobachtet hat.

Wenn nun auch Strömungen in dieser Weise nach ihrer Längenrichtung verbindend wirken können, so wirken sie dagegen nach der Quere vielmehr trennend; denn niemals gelangen Pflanzen, und nur sehr selten gelangen Wasserthiere quer über eine einigermassen starke Strömung nach der anderen Seite hinüber, nicht nur wegen der mechanischen

Gewalt der Strömung, die ja wenigstens von guten Schwimmern überwunden werden kann, sondern auch, weil es für die Thiere nicht anlockend ist, in die ihnen fremden Verhältnisse der Temperatur und des Salzgehaltes der Strömung sich hineinzubegeben.

Fluth und Ebbe.

Nun haben wir noch eine specielle Bewegung des Meeres zu betrachten, die theils eine auf- und abgehende, wie die Wellen, theils eine horizontal fortgehende ist, wie die Strömungen: es ist die Ebbe und Fluth, oder, wie man beide mit Einem Worte nennt, die „Gezeiten".

Ich kann es als bekannt voraussetzen, dass und wie durch die Anziehung des Mondes und der Sonne, besonders aber des ersteren uns nächsten Weltkörpers, auf die Wassermassen des Oceans eine Erhebung des Meerwassers bewirkt wird, die sich nach Art der Wellen in grosser Geschwindigkeit fortpflanzt, so dass dort, wo diese Wasserwand eintrifft, ein Steigen des Meeres stattfindet, welches man die Fluth nennt; und dass, wenn diese Anschwellung vorüber gegangen ist, die Ebbe eintritt.

Im Allgemeinen dauert das Ansteigen oder die Fluth sechs Stunden, und ebenso lange das Sinken oder die Ebbe; aber verschiedene Ursachen bewirken auch Ausnahmen hievon, auf die näher einzugehen hier nicht möglich ist; ich möchte daher nur kurz erwähnen, dass es auch Gegenden gibt, in denen der Wechsel

erst alle 10 bis 12 Stunden stattfindet, und andere, in denen nur eine der beiden täglichen Fluthen entschieden hervortritt, die andere aber fast verschwindend klein bleibt. Die Fluthhöhe, der Abstand zwischen der Linie des Fluthwassers und des Ebbewassers, ist ebenfalls nach Oertlichkeiten sehr verschieden; im freien offenen Ocean ist dieser Abstand nicht sehr bedeutend, meist nur einige Fuss; in der Nordsee, an den französischen und deutschen Küsten 8 bis 14 Fuss, in der Fundy-Bai in Nordamerika sogar bis 40 Fuss. Solche ausserordentliche Fluthhöhen kommen überhaupt nur im Hintergrunde langer Buchten vor, aus denen das von der Fluthwelle angestaute Wasser, besonders wenn auch der Wind aus derselben Richtung kommt wie die Fluth, nur langsam wieder zurückfliessen kann.

Im Mittelländischen und Adriatischen Meere beträgt die Fluthhöhe nur 1 bis 2 Fuss und nimmt im Adriatischen Golfe zu, je weiter man in den Hintergrund desselben vorschreitet. Bei Corfù ist die Fluthdifferenz nicht viel mehr als $^1/_2$ Fuss, bei Lesina etwa 1 Fuss, bei Fiume 2 Fuss, in Triest sehr oft über 2 bis gegen 4 Fuss.

Diese Verschiedenheiten sind nun auch von entschiedenem Einfluss auf das organische Vorkommen innerhalb des Raumes, der abwechselnd bei der Fluth mit Meerwasser bedeckt und bei der Ebbe wieder blossgelegt wird. Alle Organismen, die nicht darnach eingerichtet sind, ein längeres Blossliegen an der

Luft, bald Sonnenschein, bald kalte oder warme Winde und rasche und bedeutende Temperaturwechsel zu ertragen, können in dieser Region nicht gedeihen.

Manche Pflanzen und Thiere, denen eine nur sechsstündige Entblössung von Meerwasser nicht schadet, halten doch eine zwölfstündige nicht aus, können also in Gegenden mit zwölfstündiger Ebbe nicht vorkommen, und, wenn man sie etwa künstlich dahin versetzen will, nicht fortkommen. Das hat man z. B. mit Schaden an einem Orte der adriatischen Küste erfahren, wo ein Acclimatisations-Enthusiast eben solche Austernparks anlegte, wie sie an den atlantischen Küsten Frankreichs gedeihen. Es sind das Bassins, in die man die jungen Austern in möglichst günstiger Lage, geschützt vor Feinden und vor Verschlämmung, einlegt, damit sie ungestört zu schöner marktfähiger Waare heranwachsen können. In diesen Bassins erneuert sich an der atlantischen Küste alle sechs Stunden das Wasser bei der Fluth und sie bleiben bei jeder Fluth mehrere Stunden lang mit einer 6 Fuss und darüber mächtigen Wasserschicht bedeckt, die sie gegen starke Erwärmung im Sommer und gegen starke Erkaltung im Winter schützt. An der Adria hingegen ist an den meisten Orten die zweite tägliche Fluth kaum merklich, der Wasserwechsel findet also in wirksamer Weise meist erst alle 12 Stunden statt und selbst die entschiedene Fluth gibt nur eine Wasserschicht von 1 bis 2 Fuss Mächtigkeit,

die gegen die übergrosse Erwärmung im italienischen Sommer ebenso wenig schützt, wie gegen die rasche und bedeutende Abkühlung bei Bora-Wetter; es war also vorauszusehen, dass eine Einrichtung, die auf den atlantischen Fluthwechsel berechnet war, an den adriatischen Küsten nicht prosperiren werde — und sie ist denn auch gänzlich misslungen, weil man eben mit den Fluthverhältnissen nicht gerechnet hatte.

Rückblick.

Wir haben nun die Factoren, welche den wesentlichsten Einfluss auf die Vertheilung der untermeerischen Organismen haben, einzeln nacheinander betrachtet; nun wollen wir zum Schluss noch Gesammtbilder zu gewinnen suchen von dem Zusammenwirken aller dieser Factoren in verschiedenen Tiefen-Regionen.

Dabei sollen hier nur drei Hauptregionen in Betracht gezogen werden: die oberste oder Litoral-Region, dann als Gegensatz dazu die tiefste Region, und endlich eine der zwischen beiden liegenden mittleren Regionen.

In der Litoral-Region jedes Meeres ist vor Allem schon die Gestalt und Natur des Bodens am mannigfaltigsten; denn die Ausgleichung des Terrains durch die verhüllenden Ablagerungen, wie sie am tiefen Grunde vorkommt, findet in der Litoral-Region in der Regel noch nicht statt; jedes Ufergestein, das eine leicht, das andere schwer zersetzbar, das eine in diese, das

andere in jene Art von Trümmern zerfallend, macht hier seine Eigenthümlichkeiten noch eben so geltend, wie am festen Lande, und Ablagerungen aus einmündenden Bächen und Flüssen bringen stellenweise noch mehr Abwechslung in die Gestaltung und Zusammensetzung des Meeresbodens. Der Salzgehalt des Wassers wechselt hier am meisten; denn bald nimmt die Verdampfung unter dem Einfluss heiteren trockenen Wetters überhand und concentrirt das Seewasser in den obersten Schichten, bald wird dieses durch Regen verdünnt und an manchen Stellen breiten sich brackische Wasserschichten über dem Salzwasser aus und mischen sich bei unruhiger See mit dem letzteren. Die Temperatur wechselt in den Litoralschichten zwar immer weniger als an der Luft, aber doch stärker als in allen tieferen Schichten, und in Folge von einigen wenigen Tagen warmen oder kalten Wetters bewirkt sie auch in diesen Wasserschichten schon eine merkliche Erwärmung oder Erkaltung. Das Licht wirkt hier noch fast ungeschwächt; Tag und Nacht, helles und trübes Wetter spiegeln sich hier noch ganz deutlich wieder. Die Bewegungen des Meeres werden hier alle empfunden; der Wellenschlag, sowie Ebbe und Fluth üben ihre volle und mächtige Wirkung, und auch die Menge und der Wechsel von Strömungen ist hier grösser als in den unteren Wasserschichten, weil manche Ursachen, insbesondere Winde, nur eine Versetzung der obersten Wasserschichten hervor-

vermögen im Stande sind, in grösseren Tiefen aber nicht mehr wirken.

Steigen wir nun zu den mittleren Wasserschichten, etwa in die Tiefe von 100 Metern, hinab, so finden wir hier schon eine weit grössere Gleichförmigkeit, Beständigkeit und Ruhe in allen Beziehungen. Die Mannigfaltigkeit des Meeresbodens ist hier vermindert und wechselt erst auf weiteren Strecken, weil hier ein Theil der Ursachen wegfällt, die nahe an der Oberfläche wirken, so z. B., die raschere Zersetzung der Gesteine, und weil die früher erwähnte Ueberfüllung durch gleichmässige Ablagerung von Organismen-Resten schon mächtiger ist; der Salzgehalt erleidet hier kaum mehr irgend so bedeutende und keinesfalls rasche Aenderungen; der Wasserdruck beträgt bereits 10 Atmosphären oder rund 10 Meter-Centner auf 1 Quadrat-Decimeter. Die Temperatur ist entweder schon ganz constant oder wird nur mehr durch den Charakter ganzer Jahreszeiten und Jahrgänge beeinflusst, so dass selbst wochenlange Hitze oder Kälte in der Atmosphäre dort unten keine messbare Wirkung mehr hervorbringt. Unser Tageslicht ist bis zu einer ganz matten Dämmerung abgeschwächt, der Wellenschlag wird hier nicht mehr empfunden, so wenig wie die Wirkung der Ebbe und Fluth; aber tiefgehende Strömungen können noch vorkommen.

Begeben wir uns endlich in die grossen Meerestiefen von 5000 Meter und noch tiefer, so kommen

wir in die Region der sehr gleichförmigen Grundbeschaffenheit, wo oft auf Tausende von Quadratmeilen der Boden fast eben und von gleicher Zusammensetzung ist. Der Salzgehalt bleibt hier beständig, der Wasserdruck ist ein ungeheurer, nämlich 500 oder noch mehr Atmosphären oder eben so viele Meter-Centner auf 1 Quadrat-Decimeter; die Temperatur ist ganz constant und verhältnissmässig niedrig, in den offenen Oceanen nur zwischen 0 und 2 Grad Celsius; ein Wechsel von Tag und Nacht existirt nicht; die ewige tiefste Finsterniss wird hier nur vielleicht durch phosphorescirendes Leuchten von einzelnen Meeresthieren unterbrochen; die Bewegungen des Wassers können nur mehr in einer langsamen Grundströmung bestehen, deren Existenz aber doch noch problematisch ist.

In allen diesen Regionen aber wohnen lebende Organismen und freuen sich ihres Heimwesens, wie wenig einladend es auch uns erscheinen mag, die wir uns freuen am rosigen Lichte des Tages.